











# كتاب

الرسالة البهية في الاعمال المساحية



تأليف

جناب المستر استيورت

مفتش هندسة فك الزهام

وتعريب حضرة محمد افندى كامل والى مهندس

ورئيس قلم حساب الترافرس بها



( حقوق الطبع محفوظة للمؤلف )



الطبعة الاولى

---

بمطبعة اندريا كوستيجليولا بمصر

سنة ١٣١٥ هجرية وسنة ١٨٩٨ ميلادية

## بسم الله الرحمن الرحيم

حمدا لمن خالق السموات والارض على طريقة هندسية بديعة المثال وكونهما من أشكال محدودة ودوائر  
محدودة وقسمهما الى زوايا وابعاد متناسبة وغير متناسبة وهدى العلماء من عباده لمساحتهما بحكمات الاعمال  
الحسابية فسبحانه من آله قادر منزّه عن الكيف والكمية علم الانسان ما لم يعلم لا يحصى آلاءه عدولا لحساب  
(وبعد) فهذا كتاب مستطاب في فن المساحة ألفته زبدة لمصر وبنيتها في ظل خديوى مصر الافخم  
وعزيزها الاكرم من تفرد في الفضل عن كل نانى (عباس حلمى) باشا الثانى وقد سميت (الرسالة البهية في الاسمال  
المساحية) فاسأله تعالى أن يجعله عميم النفع في كل مكان وزمن انه المأمول وبالاجابة مسؤول.

### مقدمة

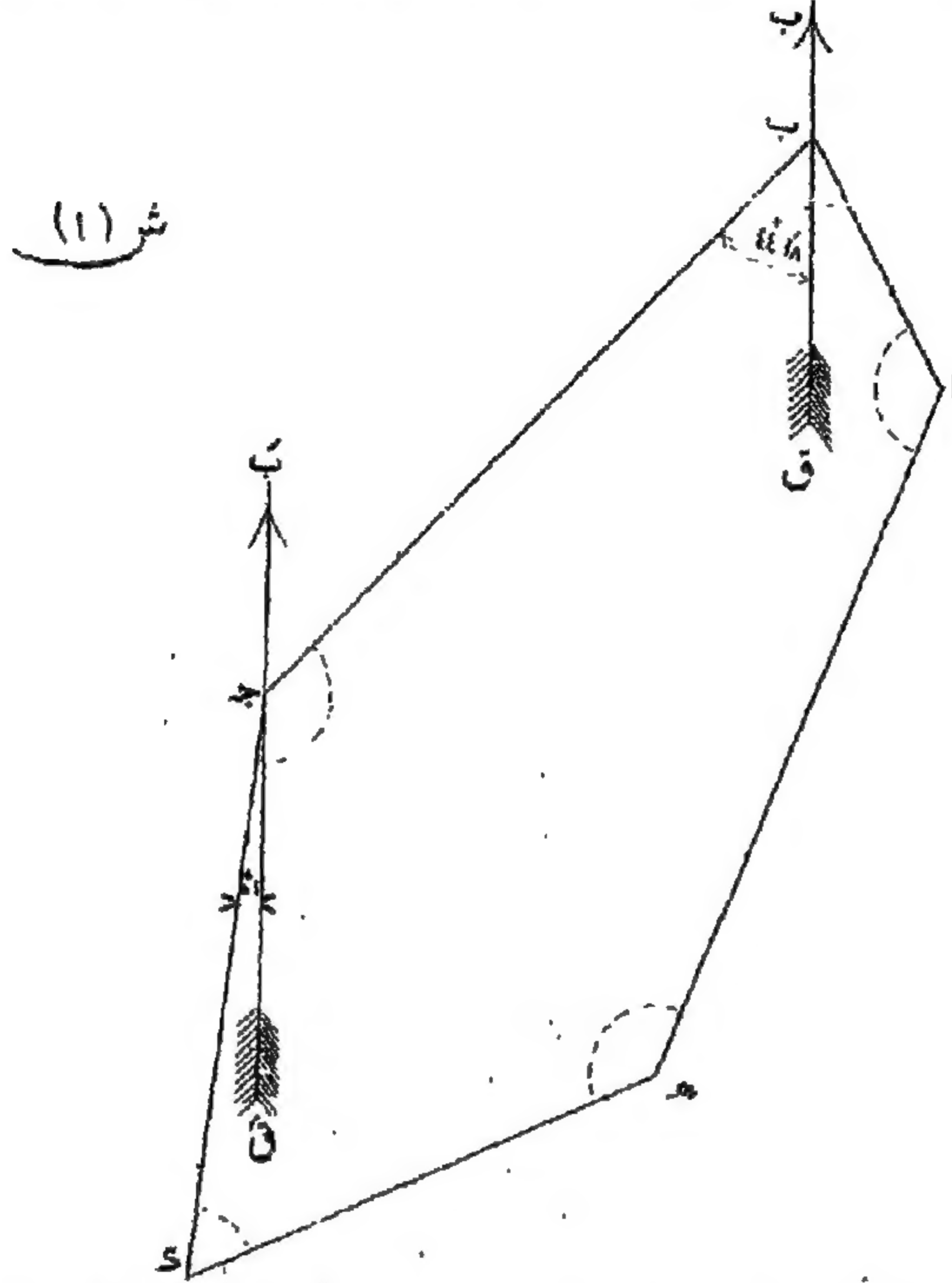
لما عمل فن المساحة في القطر المصرى قديماً كانت ترسم الخرط على الخشب وعلى ورق البردى وذلك  
في عهد رمسيس الثانى وبالنسبة لقيضان النيل سنوياً والأخذ في اسباب التمدن استعمل فن المساحة لاثبات  
الحدود التي كان يحدها ذلك القيطان .

ولما استولت العرب على مصر فتح تقدمهم واتساع دائرة معلوماتهم في علم الهندسة تركوا فن المساحة  
الى الاقباط وهؤلاء لم يضموا له خرطاً وكانت طريقة المقياس المستعملة عندهم غير مضبوطة وتعذر عليهم  
ضبط المساح الكبيرة كالقري والبلدان فأحسن طريقة لمساحة اراضى هذا القطر طريقة (الترافرس) المينة  
بهذا الكتاب لانه يمكن جعل اضلاع الترافرس مارة على حدوده البلاد ولا يمكن مرور اضلاع المثلثات  
عليها وتتميم الفائدة قد أوجدت جنزيراً تساوي العشرة المربعة منه فدانا واحداً وهو بلا شك اسهل استعمالاً  
لمساحة الاراضى المصرية عن القصة والمتر وهو ينقسم الى مائة عقلة ويبلغ طوله ٤٩٥٩ و ٢٠ متر

مورس فيليس اسيتورت

في طريقة رسم قطعة ارض واخذ مساحتها بطريقة الترافرس

لرسم قطعة ارض مثل القطعة اب ج د ه شكل (١) أولاً تقرأ زوايا الشكل باحدى الآلات الهندسية بالطرق المعلومة بعلم الطبوغرافية مع قياس الاضلاع فتقرأ زاوية (١) وتكتب مقدارها في الخانة الثانية للاستمارة المعنونة بالزوايا الداخلة ويكتب حرفها او نمبرها في الخانة الاولى المعنونة بنمرة الوضع



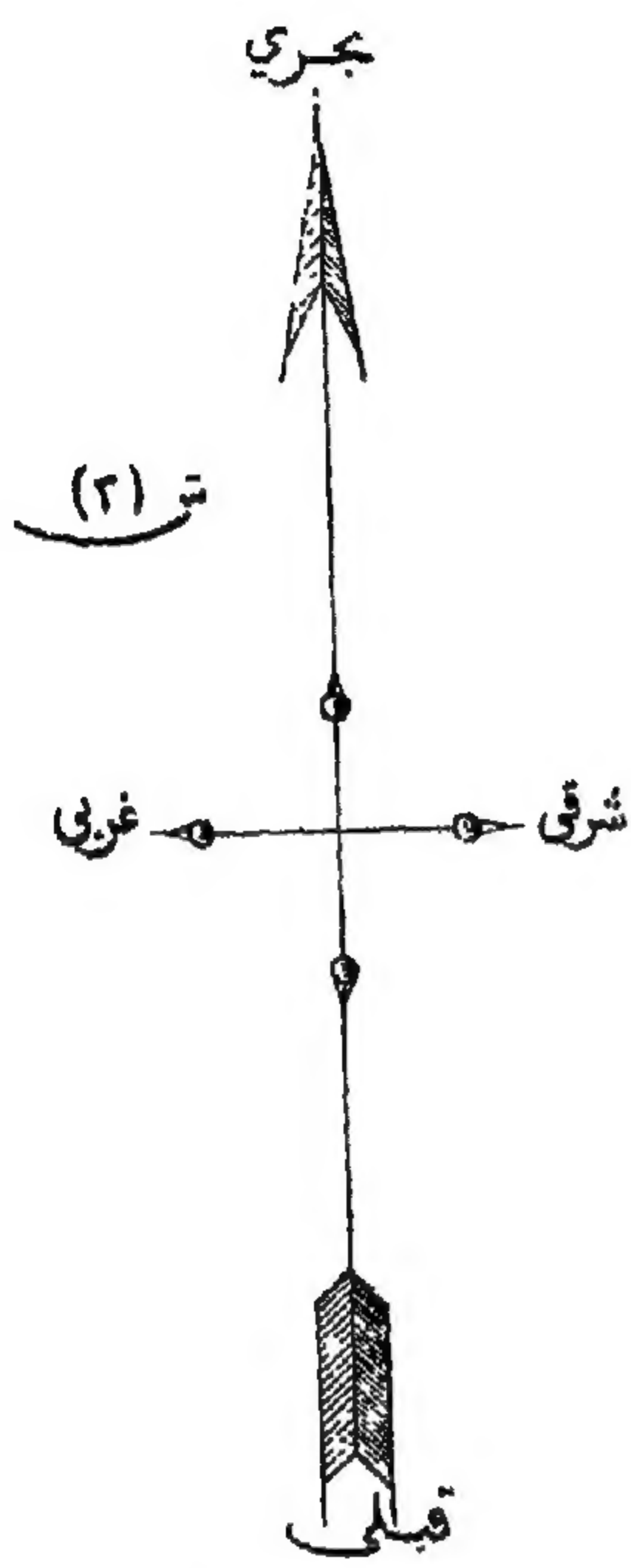
ثم يقاس البعد ه ا وليكن ٧٠ و ٣٣ جنزير فيكتب مقداره في الخانة الخامسة المعنونة بمسافات ثم تقرأ الزاوية (ب) وتكتب مقدارها بالاستمارة اسفل مقدار الزاوية السابقة مع كتابة حرفها وقياس البعد اب وليكن ٧٠ و ١٤ جنزير ويكتب كذلك في خاتمه وتقرأ باقي الزوايا وتقاس ابعادها الى ان ينتهي الشكل وتكتب جميع زواياه وابعاده بالاستمارة

ثم يتبدأ بجمع زوايا الشكل وليكن المجموع ٥٨٠° ثم يطبق على القانون الهندسي (مجموع زوايا اي شكل يساوي قوايم بقدر عدد اضلاعه الا اثنين مضروباً الناتج في اثنين) فلو رمز لمجموع زوايا الشكل بحرف م ولعدد اضلاعه بحرف ح فالتانون يكون م = (ق ح - ٢) او م = ٢ × ٩٠ × ٢ = ٥٤٠

فيتضح من ذلك ان الشكل به دقيقتان عجز عن القانون وبما ان هذا الفرق غير محسوس فيجوز توزيعه ويكتب في خانة التوزيع كما في الاستمارة ويكتب اعلاه علامة + دليلاً على الاضافة مع العلم بان الفرق المسموح في المساحة العمومية دقيقة في كل نقطة على الاكثر ولجعل الرسم الشكل على الخريطة بعد



عمل الحساب متجه في الاتجاه البحري بمعنى ان ضلعي مستطيل اللوحة يكونان متجهان في الاتجاه الشمالي ويعبر عنه بالعلامة شكل (٢) (كما هي المادة عند علماء الطبوغرافيه وخصوصا عند تطبيق جملة اشكال على بعضها كما هو معتبر في مصاحفة المساحة العمومية وفي نظارة الاشغال عند تطبيق جملة خرط او نواحى (بلدان او قرى) او جملة مديريات الخ).



نقرأ زاوية خط الشمال الارضية على ميل احد الاضلاع وتكون في نقطة ب  
مثلا فتقرأ الزاوية الحادثة من اتجاه الابره الشمالى مع الضلع ب ج  
اذا كان المراد إيجاد ميل الضلع على اتجاه الشمال المغناطيسى واذا كان المراد  
بإيجاد ميل الضلع المذكور على اتجاه الشمال الحقيقي فتقرأ زاوية الحادثة  
منه ومن خط نصف النهار (كما سيأتى الكلام عليه بعد) وتكون  $٢٠^\circ ٤٢'$   
فتطرح من  $١٨٠^\circ$  فالباقي وهو  $١٨^\circ ٤٤'$  يوضع بالاستمارة امام الوضع ج  
(اعنى يوضع في النقطة النهائية للخط الذى قرئت عليه الزاوية) في  
الحانة الثالثة الممنونة بزاوية اتجاه خط الشمال ثم يتبدأ بعمل الحساب

#### طريقة إيجاد زاوية خط الشمال

لايجاد زاوية اتجاه خط الشمال لكل نقطة من نقط الشكل من بعد معلومية زاوية خط شمال احدى النقط  
فطريقة ذلك ان تجمع زاوية خط الشمال المعلومة على الزاوية الداخلة لوضعها هكذا  $١٨^\circ ٤٤' + ١٤٠^\circ = ١٨٠^\circ ٠١'$   
ثم يطرح من الحاصل  $١٨٠^\circ$  فيكون الناتج  $٠^\circ ٠١'$ . عبارة عن زاوية خط الشمال للوضع د وبيان ذلك لو تأملنا  
شكل (١) نجد اولا ان الزاوية ق ب ج تساوى الزاوية ب ح د بالتبادل لتوازي الاتجاه البحري في كل نقطة  
فبجمع الزاوية ق ب ج (زاوية خط شمال الوضع ج) على الزاوية الداخلة ب ج د للوضع ج وبأخذ بدلا عن  
الزاوية ق ب ج ما يساويها وهى ب ج د يحدث المجموع عبارة عن الزاوية الكلية ب ج د ويطرح منها  
 $١٨٠^\circ$  عبارة عن الزاوية ب ج د لانها على خط مستقيم وهو خط الشمال (الزوال) فالباقي وهو الزاوية ق ب ج د  
عبارة عن زاوية خط الشمال للوضع د وهكذا يعبر عن باقى الاوضاع بهذه الكيفية ثم تجمع على الزاوية الداخلة  
للوضع د ويضم على الحاصل  $١٨٠^\circ$  فيكون الناتج  $٢٤٠^\circ ٤٩'$  زاوية خط الشمال للوضع هـ وهكذا يستمر العمل حتى  
تجمع زاوية خط الشمال للوضع ب على زاوية الداخلة ويطرح من الحاصل  $١٨٠^\circ$  فان نتج باقى الطرح مساويا  
للزاوية  $١٨^\circ ٤٤'$  المبتدأ منها كان العمل صحيحا والا يعاد ثانيا وطريقة العمل هكذا



٢٥	٣٨٢	×	١٨	٠٤٤
٠٠	١٨٠		٤٣	١٤٠
٢٥	٢٠٢	×	٠١	١٨٥
١٩	١٢٩		٠٠	١٨٠
٤٤	٣٣٩	×	٠١	٠٠٥
٠٠	١٨٠		٤٨	٠٦٠
٤٤	١٥١	×	٤٩	٠٦٥
٣٤	٠٧٢		٠٠	١٨٠
١٨	٣٢٤	×	٤٩	٢٤٥
٠٠	١٨٠		٣٦	١٣٦
١٨	٤٤	×	٢٥	٣٨٢

### تنبيه

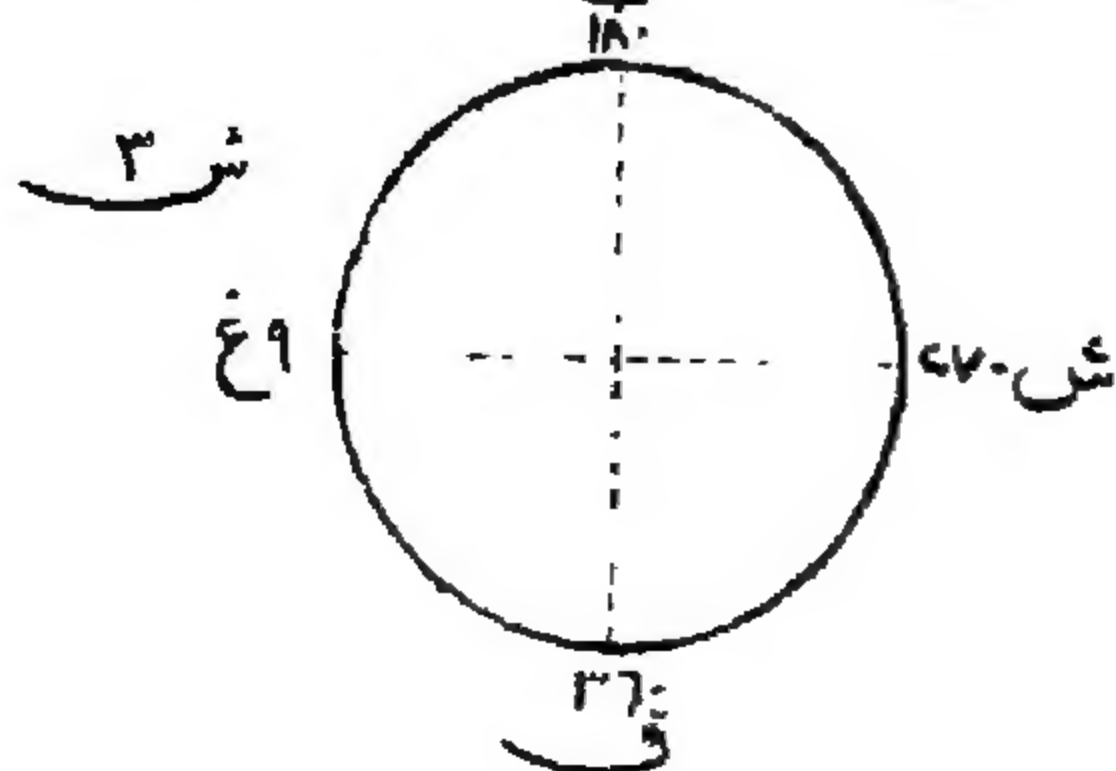
عند جمع زاوية خط الشمال على الزاوية الداخلة لا يخلو الحال من ثلاث حالات اما ان يكون المجموع اصغر من ١٨٠ في هذه الحالة يضم الى المجموع ١٨٠ فيكون الحاصل هو زاوية خط الشمال واما ان يكون المجموع اكبر من ١٨٠ وفي هذه الحالة يطرح من المجموع ١٨٠ فيكون الباقي هو زاوية خط الشمال واما ان يكون المجموع اكبر من ٤٠ وفي هذه الحالة يطرح من المجموع ٤٠ فالباقي يكون زاوية خط الشمال

طريقة ايجاد متمم الزاوية

لايجاد متمم الزاوية ينظر ازاوية خط الشمال لكل وضع بالترتيب فاما ان تكون اصغر من ٩٠ فتوضع كما هي وذلك مثل الوضعين ج و ه فاحدهما زاوية خط الشمال له ١٨ ٤٤ توضع في خانة المتمم كما هي وكذلك الوضع ه واما ان تكون زاوية خط الشمال اكبر من ٩٠ واقل من ١٨٠ فتطرح من ١٨٠ والباقي يكون هو متمم الزاوية وذلك كالوضع ب الذي زاوية خط شماله ٤٤ ١٥١ وبطرحها من ١٨٠ فالباقي وهو ١٦ ٢٨ يوضع في خانة المتمم واما ان تكون زاوية خط الشمال اكبر من ١٨٠ واقل من ٢٧٠ ففي هذه الحالة يطرح من زاوية ١٨٠ فالباقي يكون هو المتمم وذلك كالوضعين ا و ه فاحدهما زاوية خط شماله ٢٠ ٢٠٢ فيطرح منها ١٨٠ ينتج ٢٠ ٢٢ يكون هو متمم الزاوية وكذلك الوضع ه متمم ٤٤ ١٥١ واما ان تكون زاوية خط الشمال اكبر من ٢٧٠ فتطرح من ٣٦٠ فالباقي يكون هو متمم الزاوية

### طريقة ايجاد اتجاهات كل نقطة حسب زوايا خط الشمال

لايجاد اتجاه كل نقطة من نقط الشكل ترسم دائرة كما في شكل (٣) ثم ينظر ازاوية اتجاه خط الشمال لكل وضع بالترتيب فمثلا الوضع ا زاوية خط الشمال له ٢٠ ٢٢ فينظر في الدائرة فتوجد محصورة بين ١٨٠ و ٢٧٠ فيعلم من ذلك ان اتجاهها ب ش فيكتبان في خانة الاتجاهات والوضع ب زاوية خط شماله ٤٤ ١٥١ فتوجد في الدائرة محصورة بين ٩٠ و ١٨٠ فاتجاهها يكونان ب غ

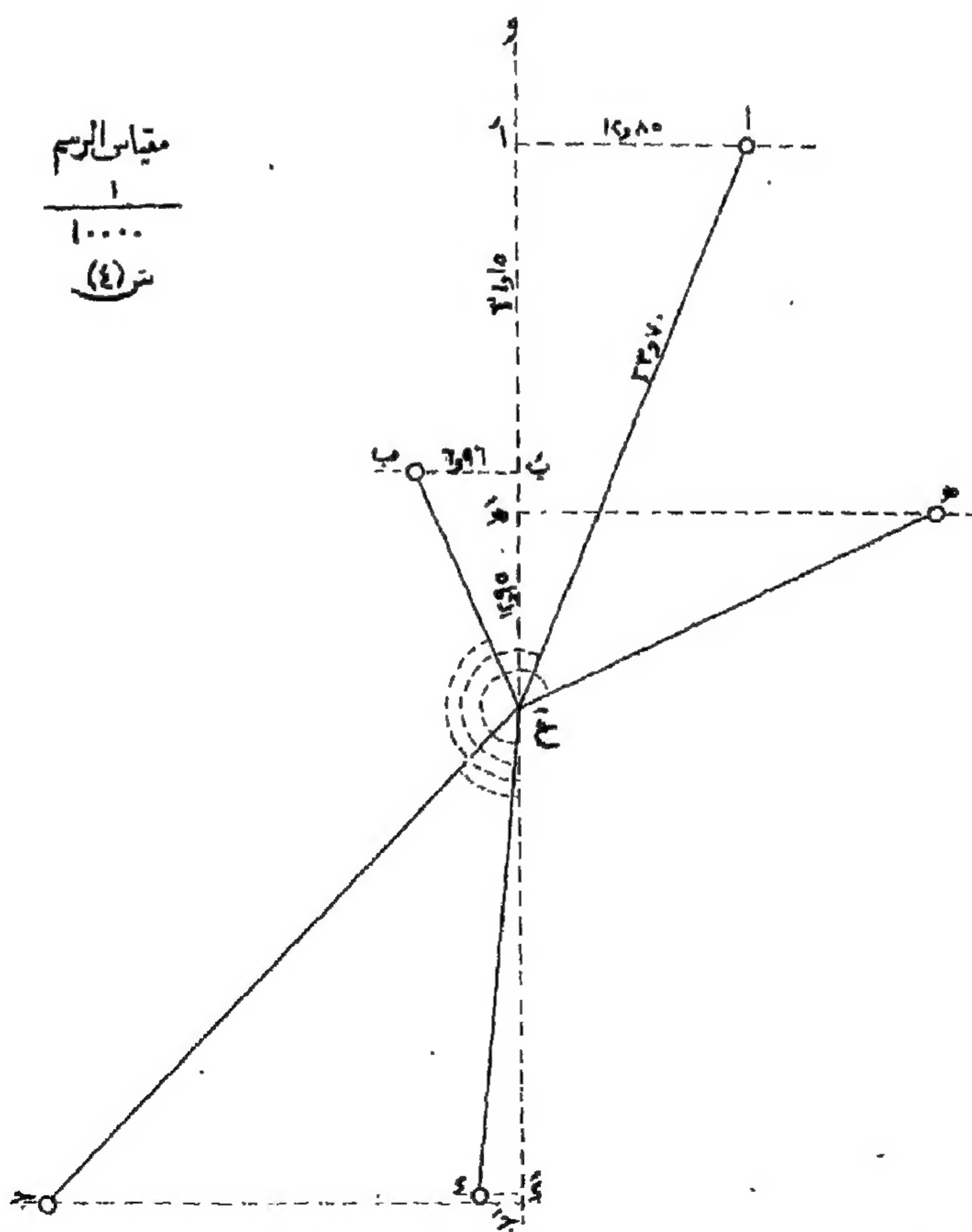


فتوجد في الدائرة محصورة بين ٩٠ و ١٨٠ فاتجاهها يكونان ب غ فيكتبان في خانتهما وزاوية خط الشمال للوضع ج ٤٤ ١٨٠ توجد محصورة بين ٩٠ و ١٨٠ فاتجاهها يكونان غ ق وكذلك الوضع د وه هكذا الى ان تنتهي الاتجاهات



ملحوظہ

لايجاد مقدارى الشمال والعمود لكل نقطة يرسم خط مستقيم كالخط و ز و فرض عليه نقطه مثل ح شكل (٤).  
ويعد منها بواسطة الرق خط ح ا يصنع مع المستقيم ح ز زاويه خط الشمال للوضع (١) التى مقدارها ٢٠.٢ و تؤخذ



المسافة ح<sup>ا</sup> تساوي بعدها الموجود بالاستمارة ٧٠ و ٣٣ جنزير ثم يبحث عن مسقط هذا الخط على الخط و ز بانزال



العمود ١١ فيكون المسقط اح عبارة عن مقدار الشمال فيقاس بالبلديسمتر ولكن ١٥ و ٣١ جنزير فيوضع بالاستمارة في الخانة المعنونة بمقدار الشمال تجاه الوضع (١) انما يلاحظ وضعه في البحرى حسب اتجاهه المين بخانة الاتجاهات ويكون الاسقاط ١١ عبارة عن مقدار العمود وبعد مقاسه بالبلديسمتر وليكن ١٢ و ٨٥ جنزيرا يوضع في الخانة المعنونة بمقدار العمود تجاه وضعه مع ملاحظة وضعه في الشرقى حسب اتجاهه ثم يرسم المستقيم ح ب يصنع مع المستقيم ح ز زاوية خط الشمال ٤٤ ١٥١ للوضع ب وتؤخذ عليه المسافة ٧٠ و ١٤ جنزيرا ثم باسقاطه على الخط و ز ينتج مقدار الشمال ح ب = ٩٥ و ١٢ جنزيرا يوضع في خاتته بالاستمارة حسب اتجاهه وينتج مقدار العمود ب ب' = ٩٦ و ٦ جنزيرا يوضع بالاستمارة في الخانة (غ) وهكذا يبحث عن مقدارى العمود والشمال لكل نقطة من النقط الى ان تنتهى الاستمارة

### نتيجه

يلاحظ ان مقدار الشمال لكل نقطة يكون على الخط وز ومقدار العمود لكل نقطة يكون هو المستقيم العمودي عليه ويلاحظ ايضا اثناء رسم كل زاوية ان يكون صفر الرق على الخط ز ح

في طريقة ايجاد الشمال والعمود بواسطة جداول الترافرس

بما ان الطريقة المتقدمة لايجاد الشمال والعمود تستغرق زمتا طويلا وغير حقيقية فتوجد طريقة اخرى لايجاد مقدارى الشمال والعمود بواسطة الجداول

### في وضع واستعمال جداول الترافرس

كل صحيفتين من الجداول المذكورة تحتويان على عشرة اعمدة وكل عمود مقسم الى ستة اقسام اعنى ان الصحيفتين يشتملان على ٦٠ قسما وكل قسم عبارة عن دقيقه بمعنى ان كل وجه يبين درجة وكل قسم من الاقسام المذكورة تقسم قسمين احدهما مبين اعلاه هذه الحروف LAT. عبارة عن الشمال والاخر مبين به هذه الحروف DEP. عبارة عن العمود وموجود على يمين ويسار كل صحيفة من الصحف في كل قسم من الستة اقسام المذكورة الاعداد ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ وهي عبارة عن الارقام المعنوية للمسافات المراد البحث عليها ثم يوجد على يمين كل قسم من الستين قسما المذكورة عدداً احدهما اعلى القسم والثانى اسفله معنون اعلاه بالحرف M. عبارة عن الدقائق اما مقدار الدرج مبين برأس كل صحيفه فلايجاد مقدارى الشمال والعمود للوضع (١) يبحث عن متم الزاويه ٢٥ ٢٢ بالجدول فأما الدرج ٢٢ فيوجد في اعلا الصحف بما انه اقل من ٤٥ واما اذا كان اكبر من ٤٥ فالدرج يوجد في اسفل الصحيفة كما هو معلوم في جداول لوغاريتمات الخطوط المساحية بعلم حساب المثلثات فعدد ٢٢ يوجد في صحيفتى ٤٦ و ٤٧ اما الدقائق ٢٥ فتوجد في القسم الثالث من العمود الخامس للصحيفة نمرة ٤٦ وبعد ذلك تكذب اعداد مسافة



الوضع (١) ٣٣ و ٧٠ جنزيرا على هيئة خط رأسي الاول فالثاني فالثالث وهكذا حسب ترتيب الرتبة العددية لكل رقم معنوي ثم يبحث عن رقم ٣ في الخانة التي على يمين او يسار الصحيفة المكتوب اعلاها الحرف D. ثم تكتب الاعداد التي امامه هكذا ١١٤٤٠ ٢٧٧٣٣ مع العلم بترك الرقم الاخير في كل منهما بما ان عددا لارقام المبحوث ولها اربعة فقط ثم تكتب الاعداد التي امام الرقم الثاني ٣ تحت الصف الاول ولكن في الصف الثاني تؤخذ اربعة اعداد فقط ويوضع الرقم الاول له تحت الرقم الثاني من الصف الاول من اليسار هكذا

	٣	٢٧٧٣٣	١١٤٤٠	
	٣	٢٧٧٣	١١٤٤	
مع اخذ ثلاثة اعداد فقط	٧	٦٤٧	٢٦٧	ثم تكتب الاعداد التي امام الرقم الثالث ٧ هكذا
مع اخذ عددين فقط	٠	٠٠	٠٠	ثم تكتب الاعداد التي امام الرقم الرابع ٠ هكذا
		٣١٠١٥٣	١٢٨٤٥٥	

ثم تجمع الاربعة صفوف على بعضها فيكون الرقان الاولان من اليسار في كل منهما عبارة عن الجنازير والرقان الاثنان يليانها يكونان عبارة عن العقل والرقم الاخير يترك مع تقريب العقل بطريقة تقريب الكسور الاشارية المألوفة في علم الحساب ، يكون لعدد ٣١ و ١٥ جنزيراهو مقدار الشمال بما ان الزاوية اقل من ٤٥ وعلى حسب ما هو مبين بالجدول أيضا فكتب مقداره في الخانة المعنونة بمقدار الشمال تجاه الوضع (١) تحت اتجاهه الاصلى (ب) حسبها هو مبين بخانة الاتجاهات والعدد الثاني ١٢ و ٨٥ جنزيراهو مقدار العمود فيكتب في الخانة المعنونة بمقدار العمود في خانة اتجاهه الاصلى (ش) ثم يبحث عن باقي المسافات بمثل ما تقدم وصورة العمل هكذا

L.	D.	L.	D.	L.	D.	D.	L.								
١	٠٨٨٠٧	٠٤٧٣٥	٣	٢١٤٧٠	٢٠٩٥٢	٢	١٩٩٢٣	٠١٧٤٨	٢	١٨٢٤٤	٠٨١٩٣				
٤	٣٥٢٣	١٨٩٤	٨	٥٧٢٥	٥٥٨٧	٧	٦٩٧٣	٠٦١٢	٥	٤٥٦١	٢٠٤٨				
٧	٦١٦	٣٣١	٤	٢٨٦	٢٧٩	٢	١٩٩	٠١٧	٦	٥٤٧	٢٤٥				
.	..	..	.	..	..	٣	٢٩	٠٢	١	٠٩	٠٤				
<hr/>															
١٢,٩٤٦		٠٦,٩٦٠		٢٧,٤٨١		٢٦,٨١٨		٢٧,١٢٤		٠٢,٣٧٩		٢٣,٣٦١		١٠,٤٩٠	

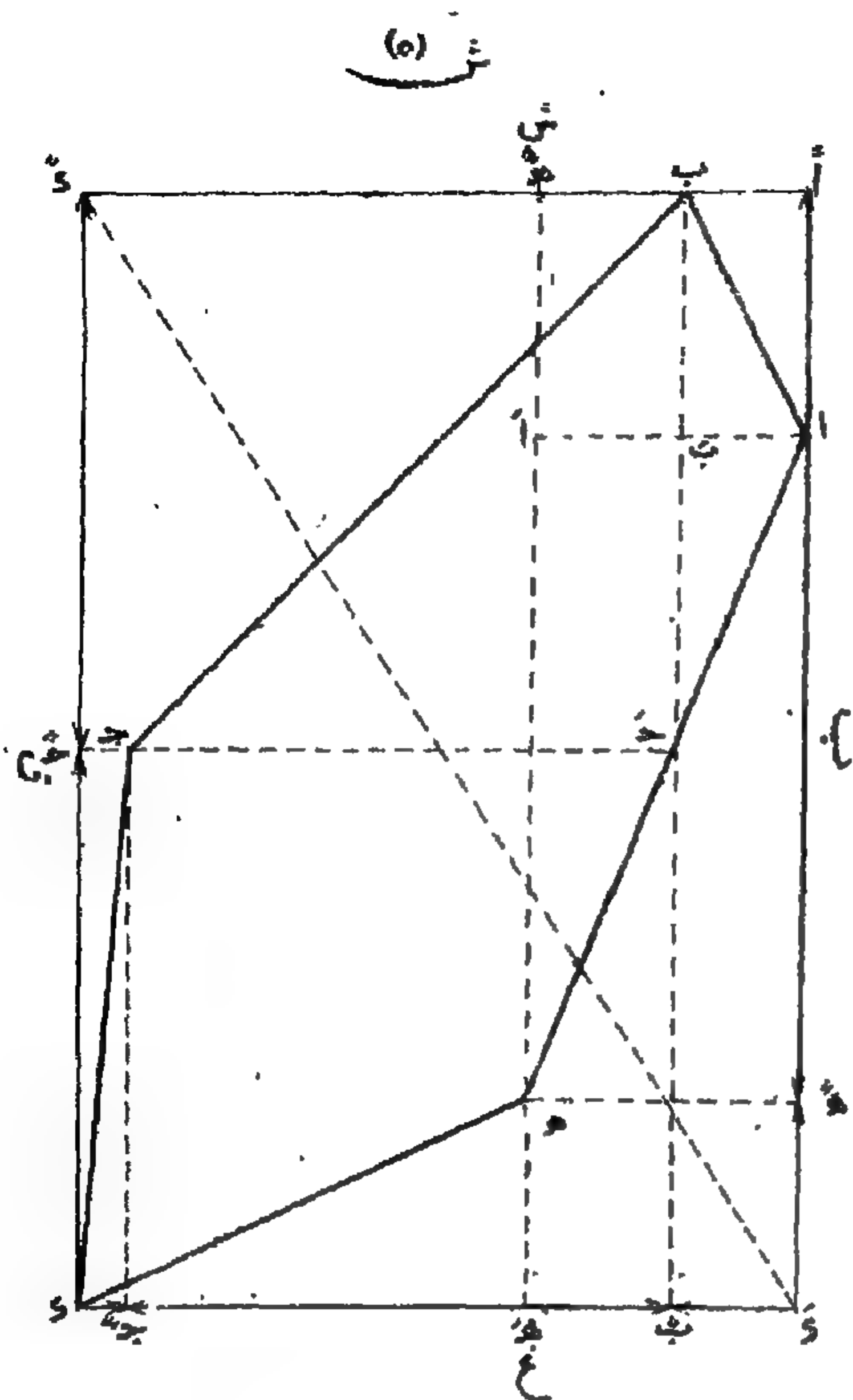
ثم توضع مقادير الشمال والعمود بالاستمارة تجاه الاوضاع في اتجاهاتها بكل ضبط ثم تجمع الاربعة اعمدة بواحد على واحد فان وجد البحرى مساوياً للقبلى والشرقى مساوياً للغربى بمعنى ان مقادير الشمال المختلفة الوضع في الاتجاهين بواحد تكون متساوية ومقادير العمود المختلفة الوضع في الاتجاهين بواحد تكون كذلك متساوية كان العمل صحيحا والا فلا

ولا ثبات ذلك أولا يرسم الشكل ابجد هـ كروكى نظرى ويرسم به مقادير الشمال والعمود لكل نقطة كما في شكل (هـ) فشلا مقدار الشمال للوضع (١) هو عبارة عن المستقيم هـ آ ومقدار العمود للوضع المذكور هو



المستقيم  $\alpha$  العمودي على  $\beta$  أو مقدار الشمال  
للوضع (ب) هو المستقيم  $\beta$  وعمود هو  
المستقيم  $\beta$   $\alpha$  ومقدار الشمال للوضع (ج)  
هو المستقيم  $\beta$   $\gamma$  وعمود  $\gamma$   $\beta$  وهكذا  
ثم يمد من نقطة  $\alpha$  مثلاً المستقيم  $\alpha$   $\gamma$  موازياً  
لمقادير الشمال ويمد من نقطة  $\gamma$  المستقيم  
 $\gamma$   $\beta$   $\alpha$  أيضاً ثم يمد من النقطة  $\beta$   
المستقيم  $\alpha$   $\gamma$  موازياً لمقادير العمود ويمد  
من نقطة  $\gamma$  المستقيم  $\gamma$   $\beta$  موازياً لها أيضاً  
عمى أن كلا من المستقيمين  $\alpha$   $\gamma$   $\beta$  و  
المتوازيين يكون عمودياً على كل من  
المستقيمين  $\alpha$   $\gamma$   $\beta$  والمتوازيين أيضاً ثم يتبدأ  
باسقاط مقادير الشمال للجهة في الاتجاه  
البحري (ب) على المستقيم  $\alpha$   $\gamma$  ومقادير  
الشمال للجهة في الاتجاه القبلي (ق) على

المستقيم  $\gamma$  ومقادير العمود المتجهة في الاتجاه الشرقي (ش) على المستقيم  $\alpha$  ومقادير العمود المتجهة في الاتجاه الغربي (غ) على المستقيم  $\gamma$  فمثلا مقدار الشمال للوضع (١) الذي هو  $\alpha$  لو تأملنا نجد انه متجه من  $\alpha$  أسفل الى  $\alpha$  أعلا وهو الاتجاه المبرر به بحري (شمال) على الخريطة فيكون اتجاهه بحري فمسقطه على المستقيم  $\alpha$  هو  $\alpha$  وكذلك مقدار الشمال للوضع (ب) اتجاهه بحري فمسقطه على المستقيم  $\alpha$  هو  $\alpha$  ومقدار الشمال للوضع (ج) هو المستقيم  $\beta$  وبالأمل نجد انه متجه من أعلى الى أسفل أعني متجها قيلي {جنوب} فمسقطه على المستقيم  $\gamma$  هو  $\gamma$  وكذلك الوضع  $\gamma$  مسقط مقدار الشمال له  $\gamma$  والوضع  $\delta$  مسقط مقدار الشمال له على المستقيم  $\alpha$  هو  $\delta$  ومقدار العمود للوضع (١) هو  $\alpha$  وبالأمل نجد انه متجه من اليسار الى اليمين فاتجاهه يكون شرقي (ش) فمسقطه على المستقيم  $\alpha$  هو  $\alpha$  وأما مقادير الشمال للأوضاع  $\beta$   $\gamma$   $\delta$  متجهة في الاتجاه الغربي فمساقطها على المستقيم  $\gamma$  هي المستقيمت  $\beta$   $\gamma$   $\delta$  ومقدار العمود للوضع  $\delta$  متجه شرقي فمسقطه على المستقيم  $\alpha$  هو المستقيم  $\delta$  وحيث ان طول المستقيم  $\alpha$  عبارة عن مجموع مقادير



الشمال المتجهة بحرى وطول المستقيم  $\gamma$  عبارة عن مجموع مقادير الشمال المتجهة قبلى وطول المستقيم  $\alpha$  عبارة عن مجموع مقادير العمود المتجهة شرقى وطول المستقيم  $\beta$  عبارة عن مجموع مقادير العمود المتجهة غربى فلو ثبت ان المستقيمين  $\gamma$  و  $\alpha$  و  $\beta$  متساويين والمستقيمين  $\alpha$  و  $\gamma$  و  $\beta$  متساويين ثبت المطلوب

ولاجل ذلك يوصل أحد القطرين وليكن القطر  $\gamma$  فيحدث المثلثين  $\gamma$  و  $\alpha$  و  $\beta$  و  $\gamma$  و  $\alpha$  و  $\beta$  متساويين لان الضلع  $\gamma$  مشترك والزوايه  $\alpha$  و  $\beta$  تساوى الزويه  $\gamma$  بالتبادل والزوايه  $\alpha$  و  $\beta$  تساوى الزاويه  $\gamma$  بالتبادل أيضا وحيث تقرر ذلك فيكون المثلثان متساويين وينتج من تساويهما ان الضلعين  $\alpha$  و  $\beta$  متساويان والضلعين  $\alpha$  و  $\beta$  و  $\gamma$  متساويان أيضا وهو المطلوب وبعبارة أخرى يقال بما ان المستقيمين  $\gamma$  و  $\alpha$  و  $\beta$  متوازيان والمستقيمين  $\alpha$  و  $\beta$  و  $\gamma$  متوازيان وعموديان على المستقيمين الآخرين فتكون الاربع زوايا الناشئة منها قوائم ويكون الشكل الرباعى  $\alpha$  و  $\beta$  و  $\gamma$  و  $\delta$  مستطيلا ومعلوم في علم الهندسة ان المستطيل فيه كل ضلعين متقابلين متساويين وبناء على ذلك يكون الضلع  $\gamma$  يساوى الضلع  $\alpha$  و  $\beta$  يساوى الضلع  $\gamma$  وهو المطلوب

وبجمع الاربعة أعمدة المذكورة يظهر عقلة واحده فرق بمقادير الشمال وخمسة عقل بمقادير العمود وبما ان هذا الفرق غير محسوس فيمكن توزيعه ويكتب امام كل عدد مقدار ماوزع به من العقل في خانة التوزيع وان وجد به فرق غير مسموح {بما ان الفرق المسموح باعمال المساحه ثلاثة في الالف أعنى ٠.٠٣ و. في واحد صحيح} يعاد عمل الحساب فان لم يوجد به الفرق تقاس الاضلاع من الارض ثانيا حتى يظهر الفرق

### تنبيه أول

أثناء البحث في الجدول يلاحظ أن الزوايا التي أقل من ٤٥ أى التي تكون في أعلا الجدول يبحث عن الدقائق المصحوبة معها أسفل الخطوط الافقية الفاصلة للاقسام وأما الزوايا التي أكبر من ٤٥ الموجودة أسفل الجدول تكون الدقائق أعلا الخطوط الافقية المذكورة

### تنبيه ثانى

حينما تكون زاوية خط الشمال ٩٠ أو ١٨٠ أو ٢٧٠ الخ يوضع البعد كما هو في اتجاه واحد غ أو ب أو ش الخ

يمكن ايجاد مقدارى الشمال والعمود بواسطة الآلة المسماة ( calculator ) كالكيلاتور ولكن لعدم تينها العدد الصحيح من الكسر تستعمل لتحقيق مقدارى الشمال والعمود المبحوث عليهما بواسطة جداول الترافرس وهى تتركب كما في شكل (٦) من اسطوانة {١} مجوفة من ورق المقوى الصلب المطبوع وفي



نهايتها العليا علامة صغيرة من النحاس آ وموجود على سطحها الظاهري تقاسيم الاعداد وكسورها وهي تتحرك على اسطوانة اخرى (ب) سن الورق ايضا داخلها مجوف وطول الثانية ضعف طول الاولى تقريبا وعلى سطحها الظاهري تقاسيم الدرج والدقائق وفي نهايتها من اسفل وردة حائلة لها وللأسطوانة الاولى ومثبت عليها ساق من النحاس في نهايته علامة ب ومتصلة بقبضة ويتحرك داخلها اسطوانة من النحاس (ج) رقيقه جدا وفي نهايتها من اعلا وردة كما في الاسطوانة الثانية ومثبت عليها ساق من النحاس عليه علامتان

ج ن ج في وسطه وفي نهايته ولتحقيق مقدار العمود للوضع

(ا) بواسطة هذه الآلة تمسك من القبضة السفلى المثبتة مع

الاسطوانة الثانية (ب) وتحرك عليها الاسطوانة الاولى (ا) حتى

تأتي العلامة آ المثبتة عليها على ابتداء الدرج الذي هو ١٠ وهو

في اعلا الاسطوانة الثانية (ب) ثم تحرك الاسطوانة الثالثة (ج) حتى

ان العلامة ج تأتي على المسافة ٧٠ و ٣٣ جزيرا اي تأتي في حذاء

الرقم ٣٣٧ الموجود على الاسطوانة الثانية (ب) وتصير الاسطوانة

الثالثة (ج) مثبتة مع الثانية (ب) وتحرك الاسطوانة الاولى (ا) حتى

ان العلامة آ تأتي على ٢٠ ٢٢ الذي هو متمم الزاوية للوضع ا

الموجود على الاسطوانة الثانية فعدد ٢٠ ٢٢ يوجد مرقوما

على احد الاقسام وأما الخمسة دقائق فهي عبارة عن خمسة

اقسام من الاقسام الصغيرة ثم ينظر للعدد المنطبق عليه العلامة

ج على الاسطوانة الاولى فيكون ١٢ و ٨٥ فعدد ١٢٨ يوجد

قريبا من العلامة المذكورة وأما العدد خمسة فهو ناتج

من وجود خمسة اقسام قبله فهذا العدد يكون عبارة عن

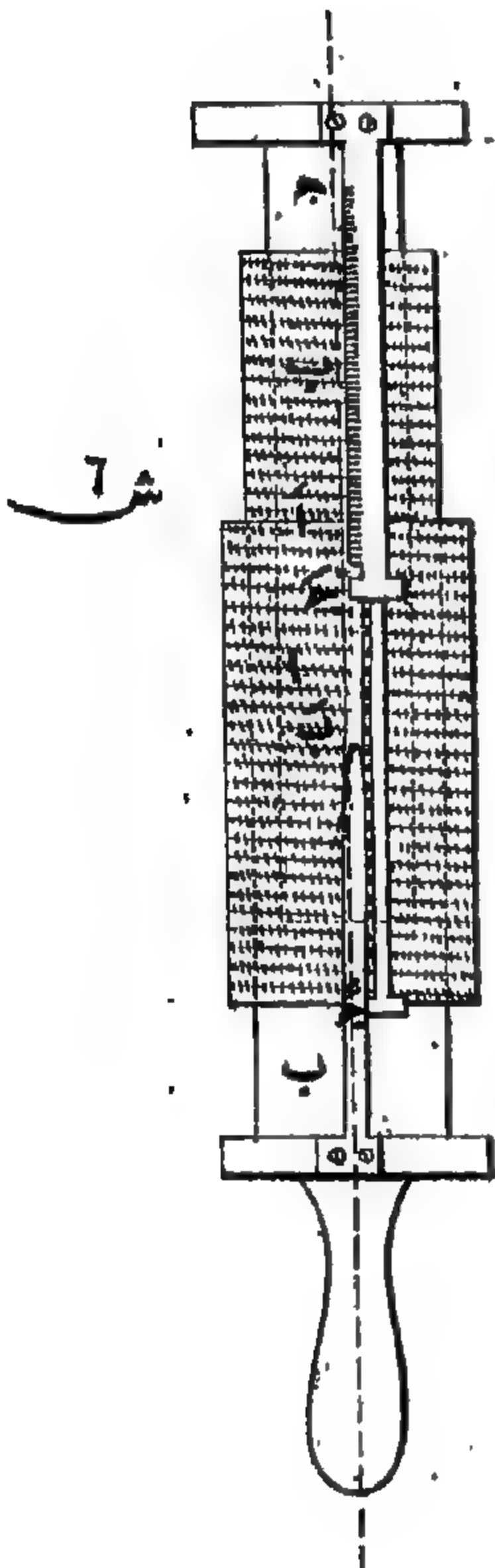
مقدار العمود للوضع ا ولايجاد مقدار الشمال تحرك الاسطوانة الاولى (ا) (حالة كون الاسطوانة الثالثة (ج) ثابتة

مع الاسطوانة الثانية ب كما هي) حتى تأتي العلامة آ على ٢٠ ٢٧ وهو باقي طرح متمم الزاوية ٢٠ ٢٢ من

١٠ وينظر للعلامة ج فيكون العدد المنطبق عليه العلامة المذكورة هو ١٥ و ٣١ وهو عبارة عن مقدار الشمال

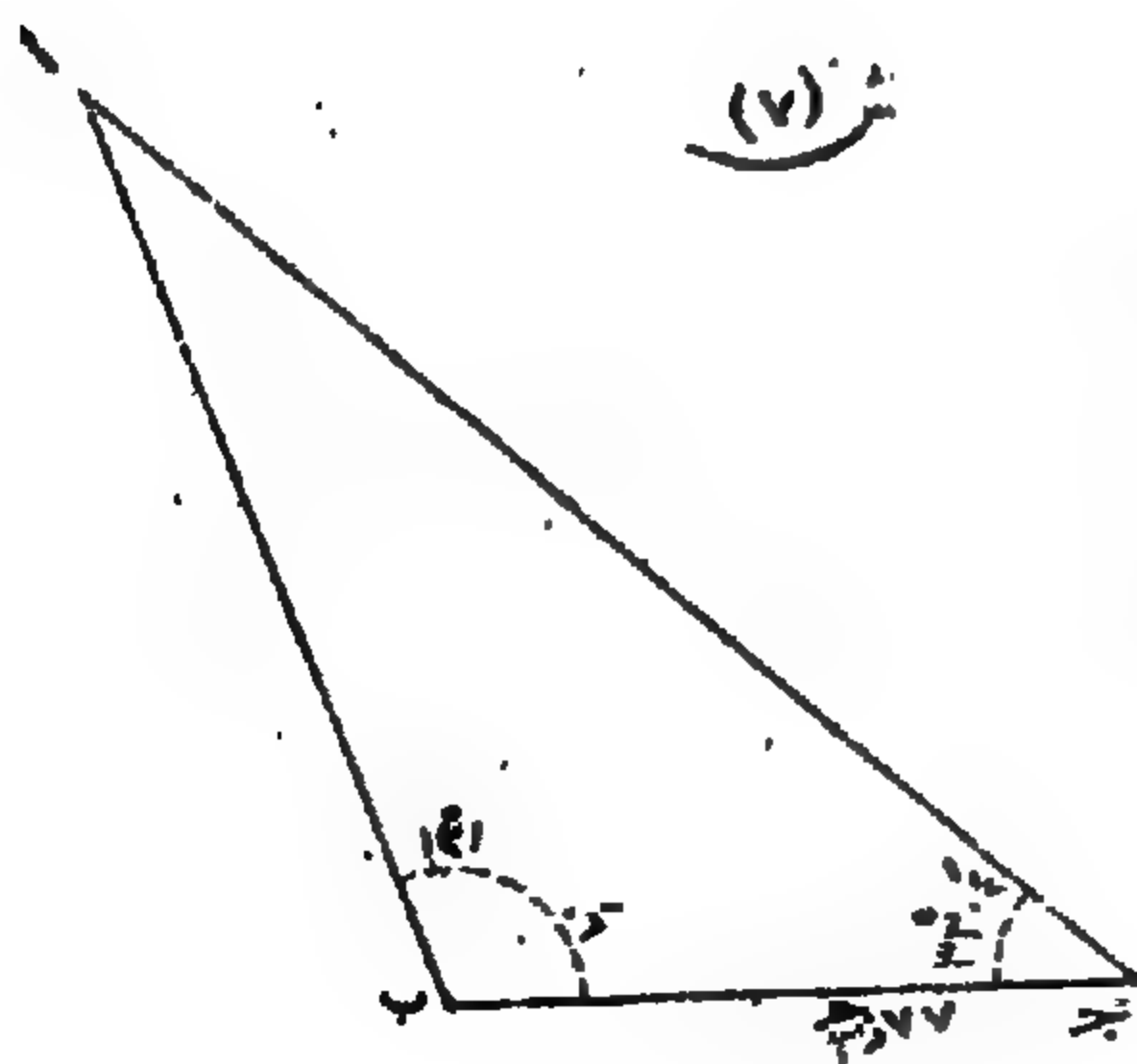
للوضع ا وهكذا يجري تحقيق بمقدار الشمال والعمود لكل وضع من الاوضاع حتى تنتهي الاستمارة مع

العلم بان الدرج والدقائق الموجودة بهذه الآلة هي لغاية ٤٠ ٤٠ ولا يوجد بها أقل من ذلك فيستعمل الجدول



المصحوب بهذا الكتاب لمقدار الزوايا التي أقل من  $٥٠^\circ$  وذلك كالوضع ، مثلاً فتم الزاوية له  $٥٠^\circ$  . فيبحث في الجدول عن الدرج  $٥$  أعلا الجدول ويبحث في الصف الأول من دقائق  $٥$  درجة عن  $١$  دقيقة فتكون الزاوية المقابلة لها  $٦٠$  . فيبحث عن هذه الزاوية في الاسطوانة الثانية بدلا من الزاوية الأولى فينتج مقدار العمود بالاسطوانة الأولى للوضع ، وهكذا كل زاوية تكون أقل من  $٥٠^\circ$  يبحث عنها كما تقدم وتستعمل هذه الآلة أيضا في تحقيق حواصل الضرب فلأجل تحقيق حاصل الضرب للوضع (أ) تمسك من القبضة وتحرك الاسطوانة الأولى (أ) حتى تأتي العلامة ب المثبتة على الاسطوانة الثانية (ب) على العدد  $١٢٠٨٤$  أي على أحد المضروبين ثم تحرك الاسطوانة الثالثة (ج) حتى تأتي العلامة ج المثبتة عليها على العدد الأول من الاسطوانة الأولى (أ) وهو  $١٠٠$  وفي هذه الحالة تكون الاسطوانة الثالثة (ج) مثبتة مع الثانية (ب) ثم تحرك الاسطوانة الأولى (أ) حتى ان العلامة ج تأتي على العدد  $١٥$  والذى هو المضروب الثانى ثم ينظر للعلامة ب المثبتة على الاسطوانة الثانية (ب) فيكون العدد  $٣٩٩٩٧$  هو حاصل الضرب المطلوب فالعدد  $٣٩٩$  يوجد مرقوما قبل العلامة ج وعدد  $٩$  هو عبارة عن تسعة اقسام من الاقسام الصغيرة وأما عدد  $٧$  فهو عبارة عن سبعة اعشار القسم الذى يلى التسعة اقسام بالتقريب وهكذا يمكن تحقيق حواصل الضرب الموجودة بالاستمارة

وتستعمل هذه الآلة أيضا في إيجاد خارج قسمة عددين على بعضهما إذا استعمل عكس حاصل الضرب وتستعمل أيضا في حل المثلثات المستقيمة الاضلاع وذلك أثناء العمل إذا وجد بعد لم يمكن مقاسة لوجود مانع كثرعه أو نهر أو خلافة ينشأ عليه مثل ويقاس أحد اضلاعه وتقرأ زاويتان منه فلو فرض ان المثلث أب ج شكل



(٧) معلوم منه الضلع ج ب =  $٣٧٧$  والزاوية ب =  $١٣١$  .  
والزاوية ج =  $٣٣$  . فلا يجد الضلع أب المجهول بواسطة الآلة المتقدمة ولا تجمع الزاويتان ب و ج على بعضهما ويطرح الحاصل من  $١٨٠$  الذى هو مجموع زاويا المثلث فتنتج لزاوية الثالثة هكذا  $١٣١ + ٣٣ = ١٦٤$  .  
 $١٨٠ - ١٦٤ = ١٦$  وهو مقدار الزاوية ا ثم تمسك الآلة من القبضة وتحرك الاسطوانة الأولى (أ) حتى تأتي العلامة ا المثبتة عليها على الزاوية ا التى مقدارها  $١٦$  . وهى الزاوية

المقابلة للضلع ج ب المعلوم ثم تحرك الاسطوانة الثالثة (ج) حتى تأتي العلامة ج المثبتة عليها على  $٣٧٧$  وهو الضلع المعلوم فتصير الاسطوانة الثالثة (ج) مثبتة على الثانية (ب) ثم تحرك الاسطوانة الأولى (أ) حتى تأتي العلامة



على الزاوية  $\epsilon$  التي مقدارها  $٣٢^\circ$  وهي الزاوية المقابلة للضلع  $ab$  المجهول ثم ينظر للعلامة  $\hat{c}$  فيكون البعد  $٧٥٣٩$  أو  $٧٥٥٤$  جنزيرا هو مقدار البعد  $ab$  وتستعمل هذه الآلة ايضا في أشياء أخرى خلاف ذلك

### تنبيه أول

الاسطوانة الاولى (ا) من الآلة المتقدمة كل قسم من اقسامها الصغيرة بين عقلة لغاية  $٦٥٠$  وما يلي هذا العدد كل قسم بين عقلتين والاسطوانة الثانية (ب) كل قسم منها يبين دقيقة لغاية  $٤٨$  وما فوق هذا العدد كل اقسام يبين خمسة دقائق لغاية  $٨٣$  وما فوقه كل قسم يبين عشرة دقائق لغاية  $٨٦$  وما يلي ذلك كل قسم يبين ثلاثين دقيقة

### تنبيه ثانى

اثناء حل المثلثات المستقيمة الاضلاع بالآلة المتقدمة اذا وجدت زاوية أقل من  $٤٠^\circ$  : يبحث عن الزاوية التي تقابلها في الجدول كما تقدم في طريقة تحقيق مقدارى الشمال والعمود واذا وجدت زاوية من زوايا المثلثات اكبر من  $٩٠^\circ$  تطرح من  $١٨٠^\circ$  كما هو معلوم بعلم حساب المثلثات المستقيمة الاضلاع

### طريقة إيجاد مقدارى الشمال والعمود بواسطة جداول اللوغاريتمات

لايجاد مقدارى الشمال والعمود للوضع (ا) المتقدم بواسطة جداول اللوغاريتمات اولاً بالتأمل لشكل (٥) يرى أن المثلث القائم الزاوية احد اضلاع الزاوية القائمة  $٩٠^\circ$  عبارة عن مقدار الشمال والضلع الاخر  $a$  عبارة عن مقدار العمود كما تقدم والوتر  $h$  هو عبارة عن المسافة التي مقدارها  $٣٣٧٠$  جنزيراً والزاوية  $a$   $٩٠^\circ$  عبارة عن متمم الزاوية فبناءً على ما هو معلوم بعلم حساب المثلثات المستقيمة الاضلاع ان أحد اضلاع الزاوية القائمة من مثلث قائم الزاوية يساوى مقدار الوتر مضروباً في جيب الزاوية المقابلة له أو يساوى مقدار الوتر في جيب تمام الزاوية المجاورة له

فلايجاد مقدارى الشمال والعمود يبحث اولاً عن لوغاريتم المسافة  $٧٠$  و  $٣٣$  جنزيراً فيوجد  $١٥٧٦٢٩٩$  ثم يبحث عن لوغاريتم جيب تمام وجيب متمم الزاوية  $٢٠^\circ$  فاذا اضيف لوغاريتم جيب تمام الزاوية على لوغاريتم العدد المتقدم ينتج لوغاريتم مقدار الشمال لان الزاوية مجاورة للضلع الذى هو مقدار الشمال وكذا لو اضيف لوغاريتم جيب الزاوية على هذا اللوغاريتم ايضا ينتج لوغاريتم مقدار العمود وذلك لان الزاوية مقابلة للضلع الذى هو مقدار

العمود ثم يبحث في جدول لو غاريتمات الاعداد عن ما يقابل كلا من هذين اللوغاريتمين ينتج مقدار كل من الشمال والعمود المطلوبين وصورة العمل هكذا

$$\begin{array}{lcl} \text{لو} & 1,0276299 = 33270 & \text{لو} \\ \text{لوجا} & 19658764 = 2220 & \text{لوجا} \end{array}$$

١٦٠٢٧٦٢٩٩ = ٣٣٢٧٠ لو مقدار العمود  
١٢٦٨٥١ جزيرا مقدار العمود  
٤٩٣٥٠٦٣ وا لو مقدار الشمال  
٣١٦١٥٣ جزيرا مقدار الشمال

وبهذه الكيفية يمكن إيجاد مقادير الشمال والعمود للاوضاع الباقية من الشكل المقدم

في رسم نقط الترافس على الخريطة

يمكن رسم نقط الترافس على الخريطة بمعلومية مقادير الشمال والعمود لكل نقطة لكن فضلا عن الزمن الذي يستغرقه العمل تكون النقط غير مضبوطة ضبطا كافيا بتكرار عمل مستقييات متوازية وأعمده وللسهولة والضبط وجد عمودان بالاستمارة يمكن بواسطتهما رسم جميع نقط الشكل من نقطة واحدة التي هي نقطة الابدأ (نقطة الصفر)

طريقة حساب عمودي الرسم

لعمل مقدار الشمال للعمود الرسم تفرض نقطة ابتدائية ولتكن ه ويوضع امامها بعمود الرسم اصفار ثم يبدأ بوضع مقدار الشمال ٣١١٥ للوضع ا بعمود الرسم كما هو مع وضع اتجاهه على يساره في الحانة الممنونة اتجاه بالاستمارة ثم ينظر لمقدار شمال الوضع الذي بعده فان وجد متحد الاتجاه مع مقدار شمال الوضع الذي قبله بعمود الرسم يجمعا على بعضهما وان وجدا مختلفين يطرح الا صغر من الا كبر والباقي يكون مقدار الشمال واتجاهه يكون مثل اتجاه الاكبر (المطروح منه) ولذلك يجمع ٣١١٥ على ١٢٠٩٥ فالنتائج ٤٤١٠ و٤٤ هو مقدار الشمال للوضع ب وهكذا يستمر في العمل الى أن ينتج مقدار الشمال للنقطة ه صفر وكذلك يمكن إيجاد مقدار العمود بوضع ١٢٠٨٤ كما هو مع وضع اتجاهه على يساره ثم يطرح مقدار العمود للوضع الثاني ٦٠٩٧ منه بما انهما مختلفان في الاتجاه فالباقي وهو ٨٧ هو مقدار العمود للوضع الثاني يوضع بالاستمارة مع وضع اتجاهه ش على يساره بما ان اتجاه الاكبر ش وهكذا يستمر في العمل حتى ينتج مقدار العمود للوضع ه صفر وصورة العمل هكذا





بمقياس  $\frac{1}{100000}$  ) اعني ان الجزيرة من على الارض يساوي اربعة اقسام صغيرة من المقياس المستعمل بالمساحة العمومية وهو مقياس  $\frac{1}{40000}$  ) بحيث ان يكون البعد المذكور اعلا النقطة ه بما ان اتجاهه بحري (ب) ويؤخذ البعد ه أ مساويا له ثم يوضع لمقياس على اتجاه النقطتين أ و ا مبتدئا من نقطة آ ويؤخذ البعد آ ا يساوي ١٢١٨٤ على يمين النقطة ه اعني انه يكون شرقي النقطة ه بما ان اتجاهه شرقي فتكون نقطة ا ممائلة بالضبط للنقطة المناظرة لها على الارض ولتحقيق يقاس البعد ه ا فيكون ٣٢٧٠ و ٣٢٧٠ جزيرة اعبارة عن البعد المقاس على الارض ولرسم نقطة ب يؤخذ البعد ه ب اعلا النقطة ه بما ان اتجاهه ب يساوي ٤٤١٠ والبعد ه ب مساويا له ثم يؤخذ على الاتجاه ب ب البعد ب ب يساوي ٥١٨٧ بما ان اتجاهه (ش) وبمقياس البعد ا ب يوجد ١٤٧٠ جزيرة كالمناظر له على الارض ولرسم نقطة ج يؤخذ البعد ه ج يساوي ١٦٦٣ والبعد ه ج مساويا له ثم يؤخذ البعد ج ج يساوي ٢٠٩٦ على يسار النقطة ه بما ان اتجاهه (غ) ويقاس البعد ب ج فيكون ٣٨٠٤٠ ولرسم النقطة د يؤخذ البعد ه د يساوي ١٠٤٩ وأسفل النقطة ه بما ان اتجاهه (ق) والبعد ه د مساويا له ثم يؤخذ البعد د د يساوي ٢٣٣٥ على يمين النقطة ه ثم يقاس البعد ج د فيكون ٢٧٢٣ ويلزم ان يكون البعد د ه يساوي ٦١ و ٢٥ فيكون الشكل ا ب ج د ه ممائلا بالضبط لقطعة الارض الاصلية وبمثل هذه لطريقة يمكن حساب ورسم اي شكل مهما كان كبره او عدد نقطة

#### ملحوظة

عند ما يراد رسم الشكل بالخريطة داخل مستطيل أو مربع وجعله لا يخرج عن المستطيل المذكور اي يكون في وسط اللوحة ينظر لعمودي الرسم بالاستمارة ويؤخذ اكبر بعد اتجاهه بحري ويضم على اكبر بعد اتجاهه فبلى ويطرح المجموع من طول مستطيل اللوحة والباقي يقسم على ٢ ثم الناتج يجمع على أحد البعدين ويؤخذ على مستطيل اللوحة من اعلا الى اسفل او بالعكس حسب ضمه على البعد البحري أو القبلي ثم يمد من انتها البعد خط مستقيم موازي لضلع مستطيل اللوحة الاخر ثم يجمع اكبر بعد اتجاهه شرقي على اكبر بعد اتجاهه غربي ويطرح المجموع من عرض مستطيل اللوحة ويقسم الباقي على ٢ والناتج يضم على أحد البعدين ويؤخذ على مستطيل اللوحة من جهة اليمين او اليسار حسب اخذ البعد الشرقي او الغربي ويمد من نهايته مستقيم موازي للضلع الاخر لمستطيل اللوحة فيقاطع مع الخط الاول في نقطة تكون هي نقطة الصفر

#### طريقة إيجاد مساحة مضلع الترافرس

اولا لحساب مجموع عمودي بالتسلسل الموضح بالاستمارة يوضع مقدار العمود للنقطة التي تلي نقطة الصفر كما هو ١٢١٨٤ مع وضع علامة الاتجاه (ش) على يساره ثم يجمع مقدار العمود للنقطة ا على مقدار



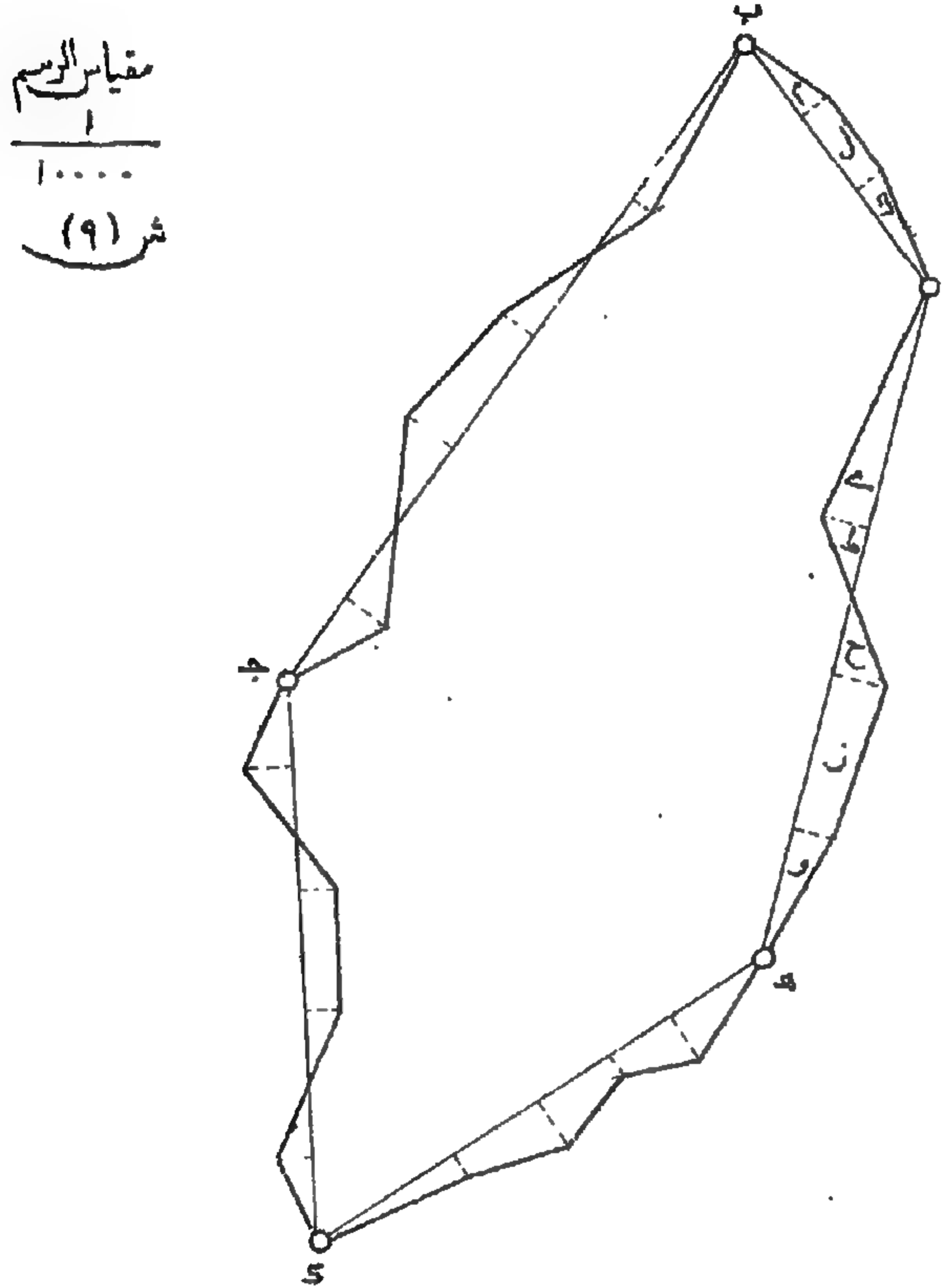
العمود للنقطة ب بما انهما متحدان في الاتجاه ٨٤ و ١٢ + ٨٧ و ٠٥ = ٧١ و ١٨ يوضع بخانة مجموع عمودين ثم يطرح مقدار العمود للنقطة ب من مقدار العمود للنقطة ج ٩٦ و ٢ - ٨٧ و ٥ = ١٥٠.٩ وذلك لانهما مختلفان في الاتجاه فيوضع الباقي ١٥٠.٩ بخانة مجموع عمودين مع وضع علامة الاتجاه على يمينه (غ) لان الاكبر علامته (غ) وهكذا حتى ان مقدار مجموع عمودين للنقطة ه يوضع ٣٥ و ٢٣ لكون العمود الثاني لها اصفار ولجل تحقيق هذا العمل تجمع مقادير العمود ويضرب الحاصل في ٢ فيكون ٠.٤ و ١٢٦ كما هو موجود بالاستمارة ثم تجمع مقادير مجموع عمودين ويضم للحاصل مقادير العمود التي طرحت بعد ضربها في ٢ فان نتج ٠.٤ و ١٢٦ كالاول كان العمل صحيحا والا فلا

ولايجاد حاصل الضرب يضرب مقدار مجموع عمودين للنقطة (١) ٨٤ و ١٢ في مقدار الشمال لها ١٥ و ٣١ يوضع الحاصل وهو ٩٧ و ٣٩٩ في خانة حاصل الضرب انما يلاحظ علامة اتجاه المضروبين ش ب يوضع في خانة حاصل الضرب الاولى الممنونة ش ب ثم يضرب مقدار مجموع عمودين للنقطة (ب) ٧١ و ١٨ في مقدار الشمال ٩٥ و ١٢ ويوضع حاصل الضرب ٢٩ و ٢٤ في الخانة السابقة الذكر لان اتجاهي المضروبين ش ب ايضا ثم توجد حواصل الضرب للنقطتين ج و د بهذه الكيفية وتوضع حواصل الضرب في الخانة نفسها بما ان اتجاهي المضروبين اكل منها غ ق و اما حاصل الضرب للنقطة ه يوضع في الخانة الثانية لان اتجاهي المضروبين لها غ ب

بيان ذلك يقال بما ان حاصل الضرب للنقطة ا عبارة عن ٨٤ و ١٢  $\times$  ١٥ و ٣١ فلو تأملنا الشكل (٨) نجد ان ٨٤ و ١٢ عبارة عن البعد ا آ وهو مقدار عمود الرسم للنقطة (ا) ١٥ و ٣١ هو البعد آ ه وهو عبارة عن مقدار الشمال للنقطة المذكورة فالبعدان المذكوران هما عبارة عن قاعدة وارتفاع المثلث ا آ ه وايضا حاصل الضرب للنقطة (ب) هو ٧١ و ١٨  $\times$  ٩٥ و ١٢ ومعلوم ان ٧١ و ١٨ عبارة عن ٨٧ و ٠٥ + ١٢ و ٨٤ فلو تأملنا نجد ان ٨٤ و ١٢ هو البعد ا آ و ٨٧ و ٠٥ هو البعد ب ب والمضروب الاخر ٩٥ و ١٢ هو البعد آ ب ومن ذلك يتضح ان البعدين الاولين عبارة عن قاعدتي شبه المنحرف ا آ ب و البعد الاخر عبارة عن ارتفاع شبه المنحرف المذكور ولكن لو تأملنا نجد ان المثلث ب ب ل زيادة في مساحة الشكل فلو وضع حاصل الضرب للنقطة ج بهذه الكيفية نجد ان بها مثلث متروك من المساحة يساوي المثلث الزائد المذكور وهكذا يعبر عن باقي النقط ثم تجمع مقادير حواصل الضرب الموجودة في الخانة الاولى وتجمع مقادير حواصل الضرب الموجودة في الخانة الثانية ويطرح المجموع الثاني من الاول فالباقي يكون عبارة عن ضعف مساحة الشكل بالجنائز المربعة لاننا لو تأملنا لحاصل الضرب نجد انها ضعف مساحة المثلثات والاشياء المنحرفة بضرب القاعدة في الارتفاع بالمثلثات وضرب مجموع القاعدتين في الارتفاع بالاشياء المنحرفة ومعلوم بعلم الهندسة ان مساحة المثلث تساوي نصف حاصل ضرب القاعدة في الارتفاع وشبه المنحرف تساوي نصف حاصل ضرب مجموع

القاعدتين المتوازيتين في الارتفاع فلو قسم الباقي الاخير على ٢ نتج المساحة الحقيقية للمضلع بالجنازير المربعة وهي ١٠٠٦٢٨٤ كما هو موضح بالاستمارة

اشغال الترافرس المستعملة في المساحة هي وضع نقط على بعض كسرات الحدود الشكل كما هو مبين بشكل (٩)



ولا توضع نقط الترافرس على كل كسرة من كسرات الشكل فبعد رسم مضلع الترافرس على الخريطة تعمل الطريقة المسماة (ابسيس) على كل ضلع من اضلاع الترافرس وهذه الطريقة هي عبارة عن ازال عمود على مضلع الترافرس من كل كسرة ويقاس موقعه ثم توجد هذه الكسرات على الخريطة بالمقياس الاختصاري الذي استعمل لرسم مضلع الترافرس وذلك باخذ موقع العمود من النقطة الاولى (نقطة الترافرس) ويقام عمود على ضلع الترافرس من اتها الموقع ويؤخذ عليه مقدار العمود فتكون هي الكسرة الاولى للشكل فيوصل منها الى نقطة الترافرس وذلك كما في شكل (٩) ثم يؤخذ موقع العمود الثاني ويقام من انتهى الموقع المذكور عمود ويؤخذ عليه مقداره ويوصل من الكسرة الاولى لها وهكذا الى ان تنتهي اضلاع الترافرس وبذا يوجد الشكل الحقيقي على الخريطة



## تنبيه

الاعمدة التي تستعمل في الابعاس لا يزيد طولها عن ثلاث جنازير لضبط العمل وكلما صغرت مقادير  
لاعمدة يكون العمل مضبوطا

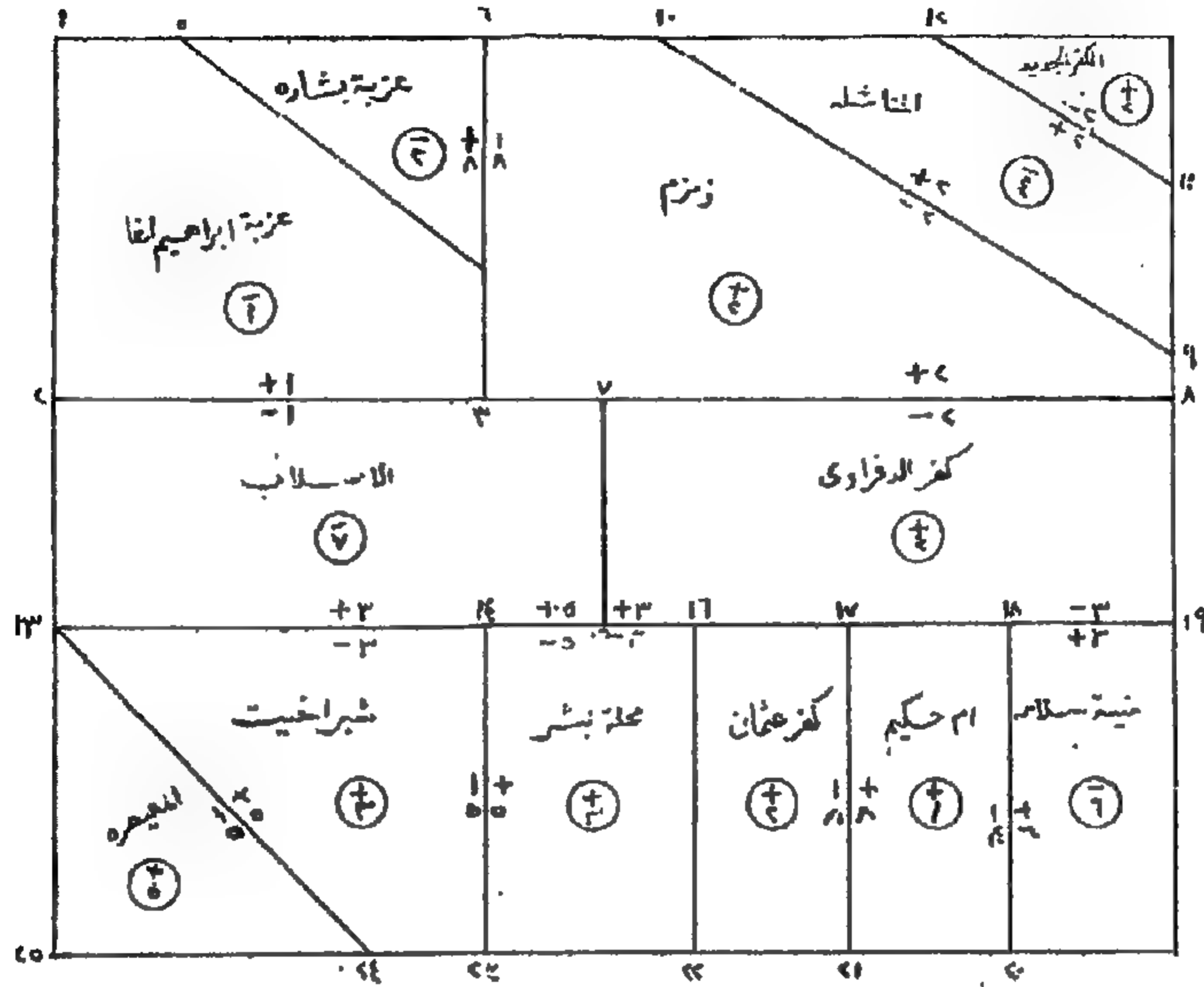
## طريقة ايجاد مساحة الشكل

لايجاد مساحة الشكل تؤخذ مساح المثلثات والاشباه المنحرفة الموجودة داخل وخارج كل ضلع من  
مضلع الترافرس فمثلا الضلع هـ ا تؤخذ مساح الاشكال و ا ز ح و تجمع على بعضها والمجموع ٢٨٦٦٦ جنزيرا  
مربعا يكتب بالاستمارة في الحانة المعنونة خارج مضلع الترافرس تجاه الوضع (ا) لانها خارج المضلع ثم تؤخذ  
مساحة الشكاين ط و ي ويجمعان على بعضهما وبما انهما داخل المضلع يكتب المجموع ١٨٦٢٥ جنزيرا في الحانة  
المعنونة داخل مضلع الترافرس تجاه نفسه وتؤخذ مساح اشكال الضلع ا ب ويكتب مجموعها ١٧٦١٣ في الحانة  
المعنونة خارج لانها خارج المضلع وتؤخذ مساح اشكال الضلع ب ج الخارجة وتكتب في الحانة المعنونة  
خارج والاشكال الداخلة تكتب في الحانة المعنونة داخل وهكذا باقى الاضلاع الى ان ينتهى الشكل ثم تجمع  
الحاتان المذكورتان كل على حدتها ويطرح المجموع الاصغر من المجموع الاكبر فاذا كان الخارج اكبر يضم  
الباقى على مساحة مضلع الترافرس فالنتائج يكون المساحة الكلية للشكل واذا كان الداخل اكبر يطرح الباقى من  
مساحة مضلع الترافرس والباقى يكون هو المساحة الكلية للشكل فمثلا لو نظرنا للاستمارة نجد ان مجموع  
الاشكال الداخلة ١٢٢٦٠٠ جنزيرا مربعا والاشكال الخارجة ٥٣٠٨١ جنزيرا مربعا فالباقى وهو ٦٨٦١٩  
جنزيرا مربعا يضم على مساحة مضلع الترافرس ١٠٠٦٦٨٤ جنزيرا مربعا فالمجموع وهو ١٠٧٥٦٠٣ جنزيرا  
مربعا او ١٠٧ فداناً و ١٢ قيراطاً و ٢ سهماً هو عبارة عن المساحة الكلية للشكل

## اعمال الترافرس لجملة نواحي او لجملة اشكال

اذا كان المطلوب عمل الترافرس بمركز شبراخيت احد اقسام مديرية البحيرة فالطريقة المتبعة ان تعمل  
كل ناحية من نواحي المركز على حدتها ولنفرض انه صار الابتداء من ناحية عزبة ابراهيم اغا مثلاً فطريقة  
ذلك ان تحصر البلد داخل شكل مضلع غير منتظم محدد لها من البلاد المجاورة وكيفية ذلك ان تقرر نقطة  
على المحيط حيثما اتفق وتستحسن ان وضعت بين ثلاثة نواحي للزوم ذلك كما سيأتى بعد ولنفرض انها وضعت  
بين ثلاثة نواحي عزبة ابراهيم اغا وابو دره وعزبة فرنوى ثم تقرأ زاويتها وتوضع نقطة اخرى وتقرأ زاويتها  
ويقاس البعد بين النقطتين كما تقدم مع كتابة اسماء النواحي المجاورة وفصلها عن بعضها في الكتابة بعلامة  
مخصوصة وهكذا الى ان تنهى الناحية وبمثل ذلك يجرى العمل بناحية عزبة بشاره وزمزم وهكذا باقى

نواحي المركز مع ملاحظة وضع نقط داخل النواحي عند اللزوم وطريقة ذلك ان يبدأ من اى نقطة من نقط المحيط ويجرى العمل الى ان ينتهي لنقطة اخرى من نقط المحيط وهذا هو المعبر عنه بالخطوط الداخلة وبعد ذلك يجرى عمل الحساب وطريقة ذلك يرسم اولا كروكي نظري عن مجموع نواحي المركز كما في شكل (١٠)



فالكروكي المذكور مبين به جزء من نواحي مركز شبراخيت بمديرية البحيرة ويشترط في عمله ان تكون حدود النواحي مجاورة لبعضها كما هو مبين باستمارات الغيط وبعد ذلك تكتب زوايا كل ناحية في استمارات الحساب حسب ترتيب الاعمال في الخارج فلو وضع زوايا ناحية عزبة ابراهيم اغا في استمارة الحساب نوضع بها الزوايا الموجودة باستمارة الغيط لان زوايا محيطها جميعه موجودة بالاستمارة المذكورة ولوضع زوايا ناحية عزبة بشاره التي تبدى اعمالها في الخارج من نمرة ٤ بين الثلاثة نواحي عزبة بشاره وعزبة ابراهيم اغا وزمزم وتنتهي بنمرة ٥ بين الحد المركز وعزبة بشاره وعزبة ابراهيم اغا فوضع في استمارة الحساب نمرة ٥ اولا ثم نوضع الزوايا المكملة للحد ٤-٥ الواقع بين الناحية الجارى بها العمل وعزبة ابراهيم اغا الذي انتهت اعماله بالناحية المتقدمة اعنى تطرح كل زاوية من ٣٦٠ ويوضع الباقي بناحية عزبة بشاره انما يلاحظ عكس الحد لان سير العمل متجه في الجهة اليمنى دائماً ثم نوضع الزوايا التي صار قرائتها الى ان تنتهي الناحية ولوضع زوايا ناحية زمزم التي تبدى اعمالها في الخارج من نمرة ٣ وتنتهي الى نمرة ٦ لان جدى عزبة بشاره وعزبة ابراهيم اغا انتهت اعمالهما ولذلك نوضع في استمارة الحساب نمرة ٦ اولا ثم تطرح زوايا الجدين المذكورين من ٣٦٠ وتوضع الزوايا المكملة في الاستمارة مع العلم بان نمرة ٤ الواقعة بين الثلاثة نواحي تستج من جمع



زاوية عزبة بشاره على زاوية عزبة ابراهيم اغا ويطرح المجموع من ٣٦٠ ومع ملاحظة عكس الحدود كما تقدم وهكذا توضع زوايا نواحي المركز جميعها في استمارات الحساب ثم تجمع استمارات النواحي كل على حدة وتطبق على القانون الهندسي ومتى وجدت صحيحة أو بها فرق قليل جدا تعمل استمارة حساب المركز بطريقة ذلك يبدأ بعمل استمارة حساب: ركز من نمرة ١ مثلاً فتوضع زوايا وابعاد الحد من نمرة ١ الى نمرة ٢ من عزبة ابراهيم اغا وتوضع زوايا وابعاد الحد من نمرة ٢ الى نمرة ٣ من ناحية الاصلاب انما يلاحظ في النقط المثلثية جمع زاويتين او ثلاثة وجعل الحاصل زاوية واحدة فمثلاً زاوية نمرة ٢ تستج من جمع زاوية عزبة ابراهيم اغا وزاوية الاصلاب ونمرة ٣ تستج من جمع زوايا الثلاثة نواحي الاصلاب وشبراخيت والميصرة ثم توضع زوايا وابعاد الحد من نمرة ١٣ الى نمرة ٢٤ من ناحية الميصرة وهكذا توضع زوايا وابعاد محيط المركز جميعه الى ان ينتهي لنمرة ١ المبتدأ منها ثم توضع زاوية خط الزوال المعلومه (وسياتى الكلام عليها) تجاه وضعها وبعد عمل زاوية اتجاه خط الشمال للمركز كما تقدم يصير توزيع الفرق ان وجد ثم يعمل متمم الزاوية والاتجاهات ويبحث عن مقادير الشمال والعمود لمحيط المركز ويعاد البحث بالآله (كالكيلاتور) وبعد التحقق من ضبط العمل يعاد على نقل زوايا النواحي مرة اخرى شرطاً ان يكون مجموع الزوايا الموجودة على حدوده النواحي ٣٦٠ ومجموع زوايا النقط المثلثية اى التي بين ثلاثة نواحي ٣٦٠ ايضاً انى يكون مجموع

الزوايا التي حول نقطة واحدة ٣٦٠ كما هو معلوم بعلم الهندسة واذا تقرر ما تقدم يكون مجموع الفروقات التي علامتها + مساوية لمجموع الفروقات التي علامتها - والاتعاد المراجعة ثانياً وذلك كالتواحي المتقدمة المبينة بهذا الجدول

فمجموع فروقات النواحي التي بها زيادة تساوى ٢٠ ومجموع فروقات النواحي التي بها عجز تساوى ٢٠ وبناء على ذلك يكتب مقدار الفرق الموجود بكل ناحية بعلامته في كروكي المركز كما هو مبين بشكل ( ١٠ ) ثم يصير توزيع الفرق الموجود بكل ناحية من نواحي المركز فمثلاً عزبة ابراهيم اغا بها أدقيقة عجز فتوزع في حدها المجاور للاصلاب بكتابة آ + في الكروكي ومعلوم ان مجموع كل زاوية ومكملتها ٣٦٠ فلو وزع في اى زاوية من زوايا الحد دقيقة بالعجز يجب ان يضم على الزاوية المكملة لها دقيقة وجنث

أسماء النواحي	مقدار الفرق		أسماء النواحي
	+	-	
		١	عزبة ابراهيم اغا
		٢	عزبة بشاره
زمزم	٢		
		٤	المناشله
الكفر الجديد	٢		
		٧	الاصلاب
كفر الدفراوى	٢		
		٦	منية سلامه
ام حكيم	١		
كفر عثمان	٢		
محلة بشر	٣		
شبراخيت	٣		
الميصرة	٥		
	٢٠	٢٠	

يكتب على الحد المذكور في ناحية الاصلا ب دقيقة عجز وذلك كما هو مبين بالكروكي المتقدم وتوزيع ناحية عزبة بشاره يجرى توزيع ٢ زيادة في حد ناحية زمزم فيكون في ناحية زمزم نفسها ٢ عجز فبذا تكون عزبة ابراهيم اغا وعزبة بشاره جرى توزيعهما وايضاً ناحية زمزم وهكذا يجرى توزيع الفروقات الموجودة بنواحي المركز جميعها انما يلاحظ ان يوزع في كل زاوية دقيقة واحدة على الاكثر في أغلب الاحيان وبموجب الكروكي المتقدم توزع الفروقات في استمارة الحساب لكل ناحية . نكتب الابعاد المراد البحث عنها في جداول الترافرس ثم نوضع زاوية اتجاه خط الشمال لكل ناحية من استمارة محيط المركز والنواحي الغير مجاورة للحدودة المركز نوضع زاوية خط الشمال لها من النواحي التي انتهت اعمالها وطريقة ذلك ان تؤخذ زاوية اتجاه خط الشمال لاي نقطة من نقط الحد بعد ان يطرح منها ١٨٠ اذا دنت ا بر من ١٨٠ او يضم عليها ١٨٠ اذا كانت اصغر من ١٨٠ ويوضع الناتج ا م النقطة التي تليها من الناحية المراد عمل حسابها فتكون هي زاوية اتجاه خط شمالها وبوجب ما تقدم يعمل حساب كل ناحية الى ان تنتهي جميع نواحي المركز ثم تنقل المسافات ومقادير الشمال والعمود للنواحي من بعضها فشلا الحد من ١ الى ٢ من عزبة ابراهيم اغا انتهت اعماله في استمارة حساب محيط المركز فيوضع في استمارة حساب ناحية عزبة ابراهيم اغا كما هو مع مراجعة منم الزاوية وكذلك الحد من ٥ الى ١ والحد من ٤ الى ٥ غير موجود بناحية عزبة بشاره لان اعماله الحسابية انتهت بناحية عزبة ابراهيم اغا فيوضع في الناحية الاولى مع مراجعة منم الزاوية ويلاحظ عكس الحد كما تقدم في نقل الزوايا بمعنى ان مقادير الشمال الموضوعة في الاتجاه البحري بناحية عزبة ابراهيم اغا توضع في الاتجاه اقبلي لناحية عزبة بشاره والعكس بالعكس وكذلك في مقادير العمود وبيان ذلك موضح في اتجاهات كل ناحية ثم يوضع الحد من ٦ الى ٥ من استمارة حساب محيط المركز كما هو وهكذا باقى النواحي

ثم تجمع استمارة حساب كل ناحية على حدتها ومتى وجد البحري مساويا للقبلي والشرقي مساويا للغربي كما تقدم توزع الفروقات الموجودة بكل ناحية بنسبة واحدة وذلك بقسمة مقدار الجنازير أو خلافاها على مقدار الوحدات المراد توزيعها وتوزع حسب ما يخص كل وحدة أعني التوزيعية - ون حسب التقسيم التناسبي المعلوم بعلم الحساب واذا تقرر ما تقدم يعمل حساب نمودى الرسم لكل ناحية وجعل النقطة الاولى لكل استمارة نقطة ابتدا (نقطه الصفر) وبعد ذلك يجرى عمل حساب الخطوط الداخلة

### كيفية عمل حساب الخطوط الداخلة لكل ناحية

الخطوط الداخلة بكل ناحية هي عبارة عن نقط توضع من داخل الشكل المضلع وتقسّم البلد الى جملة



أقسام حسبما يقتضيه اتساع زمامها شرط ان الابتداء والانتهاء يكونان من نقطتين أصليتين سبق عملهما وتارة تكون هذه الخطوط مبدئية ومنتبهة بالحيط وتارة تكون مبدئية من المحيط ومنتبهة بخط آخر داخل ومن الى نقطتين بين خطين داخليين وطريقة عمل الحساب هو ان نكتب الزوايا والابعاد في استمارة الحساب حسبها هو مبين باستمارة النيط وحيث ان نقطة الابتداء سبق عمل حسابها فتؤخذ زاوية خط الشمال لها ونجعل مبدأ لعمل الخط الداخل وتجرى عليها العملية السابقة في كيفية استخراج زاوية خط الشمال لباقي النقط التالية لها الى ان ينتهي من عمل النقطة الاخيرة الرابطة للخط الداخل فحينئذ نتج زاوية تقارن بزاوية خط شمال النقطة التي تلي الاخيرة فان كانت مساوية لها يصير تقيم ما هو لازم بعد وان وجد فرق مسموح يجرى توزيعه على كل نقطة حتى تكون مساوية بالضبط للنقطة التي تحقق ثم يعمل تتمم الزاوية بالطريقة التي سبق ايضاحها ثم تكتب الاتجاهات في الخانة المعدة لها وبعد البحث في الجدول يجمع كل عمود من أعمدة الاتجاهات على حدته ثم يكتب مقدار عمودى الرسم لنقطتي الابتداء والانتهاء الاصليتين فان كانا متحدى الإشارة في العمود والشمال كل على حدته يطرح الاصغر من الاكبر في كل عمود وان كانا مختلفين يجمعان على بعضهما والناجى او الحاصل يقارن بباقي طرح الاصغر من الاكبر لكل اتجاهين من اعمدة البحث فان كانا مساويين لبعضهما يجرى عمل عمودى الرسم لباقي النقط بالطريقة المعلومة وان وجد بهما فرق مسموح يصير توزيعه الى ان يكونا متساويين وهذه هي الطريقة المتبعة في عمل حساب الخطوط الداخلة وبطريقة رسم الخط بواسطة عمودى الرسم السابق ايضاحها ترسم كل ناحية على حدتها وتكون جميع نقط الترافرس هي نقط ثابتة لا جراء عمل تفريد الغيطان وتبين ما يوجد على الارض من ترع وجسور وخلافه كذا يمكن معرفة مقدار مسطح مضيع الترافرس بالطريقة المتقدمة

### طريقة تعيين خط لزوال بواسطة الشمس

الفرض من تعيين خط الزوال هو معرفة الزاوية الواقعة بين احد اضلاع الترافرس وخط الشمال الحقيقي فلنعين خط الزوال المذكور بين مديريى الغربية والدقهية مثلا وليكن في نقطة بين ثلاثة سرا كز المحلة الكبرى وزفتى وسمنود شكل (١١) فالطريقة المتبعة في ذلك ان توضع الآلة وليكن التيودوليت في النقطة المذكورة ويكتب اليوم والشهر والسنة وليكن يوم ١٩ مايو سنة ١٨٩٧ ثم يوجه صفر الآلة على الشاخص الموجود في نهاية الضلع أى في النقطة الثانية وتوجه الورنية مع الدائرة الرأسية جهة الشمس حتى ان نقطة

تقاطع الشعرتين تكون في منتصف الشمس وفي الحال ينظر في الساعة ولكن الساعة ١٢ و ٥١ دقيقة بعد الظهر وهي ساعة الرصد ثم تقرأ الزاوية التي على الدائرة الافقية وتكون  $٥٠.٣٠.٧$  وكذا لزاوية التي على الدائرة الرأسية وتكون  $٥٠.٢٣.٥$  ثم يسمل الحساب



طريقة حساب خط الزوال

حساب خط الزوال يبنى على معرفة ثلاثة زوايا الزاوية الاولى هي الزاوية الرأسية المتقدمة ولكنها ليست هي الزاوية الحقيقية بالنسبة لمرق انكسار النور فبالبحث في جدول نمرة ٧ عن فرق انكسار النور يرى ان  $٥١$  درجة يقابها  $٤٠$  ثانية فتطرح  $٤٠$  من الزاوية الرأسية تنتج الزاوية الحقيقية  $٥٠.٢٣.٥$  والزاوية الثانية هي عبارة عن زاوية خط العرض المار بهذه النقطة ويمكن ايجادها من الخريطة العمومية لان هذا العمل يكون في الغالب على نقط شهيرة مبنية على الخريطة المذكورة ويمكن ايجادها عملاً ولكن يلزم لذلك عملية مطولة والاسهل ايجادها من الخريطة وطريقة ذلك هي ان تقاس المسافة من النقطة الى خط العرض الموجود اسفلها وتقاس المسافة نفسها على خط العرض المذكور على يمين او يسار الخريطة المبين بهما مقدار الدرج والدقائق والثواني وبأجراء هذه العملية على النقطة المذكورة تكون الزاوية  $٥٠.٢٣.٥$  وهي الزاوية الثانية واما الزاوية الثالثة فهي عبارة عن زاوية ميل الزوال وهذه يبحث عنها في النتائج التي تصدر من اوربا في اول كل سنة وليكن البحث عليها في نتيجة سنة ٩٧ الصادرة من لندره وطريقة ايجادها اولا يبحث عن شهر مايو (حسبما هو مبين بتاريخ تعيين خط الزوال) في النتيجة المذكورة فيوجد في صحيفة نمرة ٧٤ انما يلاحظ ان صحيفات ٧٧ و ٧٨ الخ لنهاية ٩٩ مبين بها اشياء اخرى لا لزوم لها هنا في شهر المذكور ودائماً يكون اللازم لهذا العمل في الصحيفة الاولى من كل شهر وهي الصحيفة المعنونة At Apparent Noon ثم يبحث في الحانة المعنونة The Sun's اي الشمس تجاه يوم ١٩ مايو في النصف الراسي المعنون Apparent Declination اي ميل الزوال عن الزاوية المقابلة لليوم المذكور فتوجد  $٥٠.٣٠.٨$  ولكن هذا المقدار يكون في الظهر اي في وقت الزوال فيبحث عن المقدار الذي يقابل  $٥٠.٣٠.٨$  ومعلوم ان الفرق بين لندره ومصر ساعتان وخمسة دقائق فحينئذ يبحث عن ما يقابل  $٥٠.٣٠.٨$  فقط وطريقة ذلك يبحث في الحانة الموجودة على ميل الزوال المعنونة Var. in 1 hour اي مقدار فرق الساعة الواحدة فيوجد  $٣١.٧٠$  فيضربه في  $٥٠.٣٠.٨$  وقسمة الحاصل على



٦٠ يتبع ٢٤ ثانياً يضم على زاوية ميل الزوال فتتبع ٢٢ ٥٢ ١٩ وذلك بملاحظة ان ميل الزوال آخذ في التصاعد ولكن في شهر يولييه مثلاً آخذ في التنازل فيلاحظ الطرح ثم تكتب الثلاثة زوايا تحت بعضها بهذا الترتيب أولاً زاوية ميل الزوال ثم الزاوية الرأسية ثم زاوية العرض وتطرح كل من الثلاثة زوايا من ٩٠ ثم تجمع الزوايا الناتجة على بعضها ويقسم الحاصل على ٢ وتطرح الزاوية الاولى (بأق طرحة زاوية ميل الزوال من ٩٠) من خارج القسمة (نصف مجموع الثلاثة زوايا) هكذا

$$\begin{array}{r}
 ٩٠ - ٢٢ \ ٥٣ \ ١٩ = ٢٨ \ ٠٦ \ ٧٠ \\
 ٩٠ - ١٠ \ ٢٣ \ ٥١ = ٣٨ \ ٣٦ \ ٥٠ \\
 ٩٠ - ٣٠ \ ٥٢ \ ٠٠ = ٥٩ \ ٠٨ \ ٠٠ \\
 \hline
 ١٨ \ ٥١ \ ١٦٧ \div ٢ \\
 ٢٩ \ ٥٥ \ ٨٣ \\
 - ٢٨ \ ٠٦ \ ٧٠ \\
 \hline
 ١١ \ ٤٩ \ ١٣
 \end{array}$$

ثم يبحث عن لوغاريتم جيب الزاوية الناتجة من باقي طرح الزاوية الرأسية من ٩٠ ولو غاريتم جيب الزاوية الناتجة من باقي طرح زاوية العرض من ٩٠ ولو غاريتم جيب الزاوية الحادثة من نصف المجموع ولو غاريتم جيب الزاوية الناتجة من باقي طرح الزاوية الاولى من نصف المجموع ثم يطرح مجموع اللوغاريتمين الاولين من مجموع اللوغاريتمين الثانيين ويقسم الباقي على ٢ والخارج يكون جيب تمام نصف الزاوية فيبحث عن الزاوية المقابلة له في جداول اللوغاريتمات ويضرب الناتج في ٢ فحاصل الضرب يكون عبارة عن الزاوية الافقية الواقعة بين الشمس وخط الزوال وصورة العمل هكذا

$$\begin{array}{r}
 \text{لوجا } ٥٠ \ ٢٦ \ ٣٨ = ٧٩٥٢٢٣ \text{ وأ} \\
 \text{لوجا } ٠٠ \ ٠٨ \ ٥٩ = ٩٣٢٦٧١ \text{ وأ} \\
 \hline
 ٧٢٨٩٠٤ \text{ وأ} \\
 \text{لوجا } ٢٩ \ ٥٥ \ ٨٣ = ٩٩٧٥٥٦ \text{ وأ} \\
 \text{لوجا } ١١ \ ٤٩ \ ١٣ = ٣٧٨١٥٧ \text{ وأ} \\
 \hline
 ٣٧٥٧١٣ \text{ وأ} \\
 ٧٢٨٩٠٤ \text{ وأ} \\
 \hline
 ٦٨٠٩ \text{ وأ} \div ٢ \\
 ٤٧ \ ٤٧ \ ١٤ = ٨٢٣٤٠٤ \text{ وأ} \\
 \hline
 ٢
 \end{array}$$

٥٤ ٢٩ ٩٦ الزاوية الواقعة بين الشمس وخط الزوال

ولايجاد زاوية خط الشمال الواقعة بين ضلع الترافرس وخط الزوال تطرح الزاوية الافقية  $٣٠^\circ ٧'$  من الزاوية المتقدمة فالباقي وهو  $١^\circ ٥٩' ٢٠''$  زاوية خط الشمال المطلوبة ولكن هذه ليست الزاوية الحقيقية التي تعتبر لعمل الحساب لان خط الشمال على حسبها يكون مائلا جهة القطب فلايجاد خط الشمال الحقيقي الذي يكون موازيا للخط الاصلى يبحث عن زاوية الميل وطريقة ذلك ان تقاس المسافة من النقطة الى خط الشمال الاصلى (المعتبر صفر) على الخريطة العمومية وليكن  $١٣٢٥$  جنزيرا ثم تؤخذ زاوية العرض المتقدمة التي هي  $٣٠^\circ ٥٢'$  ويبحث في جدول نمرود  $٧$  عن زاوية الميل التي تقابل المسافة المتقدمة وكيفية ذلك يبحث اولا عن مايقابل الزاوية  $٣٠^\circ ٣٠'$  في وجد  $٣٩$  وللبحث عن  $٢٢$  دقيقة الباقية يؤخذ المرق الجدولى  $٠.٧$  الذى يقابل  $٣٠$  ويضرب في  $٢٢$  ويقسم الحاصل على  $٦٠$  هكذا

$\frac{٢٢}{٣٠} \times ٠.٧ = ٠.٥٠٥$  وحيث  $٣٩٦.٥$  هو مايقابل  $١٠٠$  جنزيرا وبناء على ذلك يكون  $١٣٦٢٥ \times ٣٩٦.٥ = ٥٤٣٨$  هي زاوية الميل المطلوبة فتطرح من زاوية خط الشمال لانها على بين الخط المعتبر مبدأ واذا كانت على يساره تضاف فالباقي وهو  $٣٠^\circ ٥٩' ٢٠''$  هي زاوية اتجاه خط الشمال الحقيقي للنقطة المذكورة

### طريقة عمل الخريطة العمومية

بعد عمل الخريط المساحية لجميع نواحي القطر المصرى مثلا أو لجزء منه تعمل خريطة عمومية عن القطر اوجزئه وحيث ان ذلك يستلزم وجود نقط ثوابت كنقط سلسلة مثالية وان اشغال المساحية الجارية الآن ليست على هذه القاعدة فاستعوض عنها بربط بعض نقط شهيرة باعمال الترافرس وطريقة ذلك يلزم أولا تعيين نقطة الصفر ولايجادها قد فرض ان خط الشمال (خط الصفر) للخريطة العمومية المطلوب رسمها هو خط الطول الواقع على مسافة  $٣١$  درجة من لوندرد  $٥^\circ ٤٩' ٢٨''$  من باريس وان الخط العمودى عليه هو خط العرض الواقع في شمال خط الاستواء على مسافة  $٣٠$  درجة منه ونقطة تقاطعها هي نقطة صفر المطلوبة تقع غربى مدينة القاهرة على بعد  $٢٥$  كيلومترا تقريبا وذلك كما هو بين بشكل (١٢) ثم لايجاد نقطة شهيرة على الخريطة مثل فنار دمياط ولتكن نقطة ب ومسقطها على خط الشمال نقطة ج ونقطة تقابل خط العرض المار بالفنار مع خط الشمال نقطة

و فلايجاد مقدار العمود ب ج يلزم أولا معرفة ان الفار واقع في شمال خط الاستواء على مسافة ٢٢ ٣١ ٣١  
 وزاوية خط العرض له ٤٣ ٥٠ ٠٠  
 وذلك من عمل أحد مشاهير المهندسين  
 فيبحث في جدول نمرة ٧ في خانة العرض  
 عن مقدار اللوغاريتم المقابل للزاوية  
 ٢٢ ٣١ ٣١ وطريقة ذلك يبحث أولا  
 عن الزاوية ٢٢ ٣١ الموجودة بالجدول  
 فيوجد ١٠٩٧٠١٠ ثم يبحث عن  
 مايقابل ٢٢ آ فالفرق الجدولى ٢٣٣٤  
 هو مايقابل ٢٠ فالذى يقابل ٢٢ آ  
 هو  $\frac{1}{3} \times 2334 = 106$   
 فيطرح من اللوغاريتم المتقدم فالباقي  
 ١٠٩٥٩٥ هو لوغاريتم مايقابل  
 ثانية واحدة فلايجاد مايقابل زاوية  
 العرض ٤٣ ٥٠ أولا تحول الى ثوانى  
 ثم يضرب الناتج فى العدد المقابل  
 لللوغاريتم المتقدم او يؤخذ لوغاريتم



الناتج ويضم على اللوغاريتم المذكور هكذا ١٠٩٥٩٥  
 $3048302 = 3043$   
 ٣٥٩٢٨٩٧

وبالبحث عن العدد المقابل له يكون ب ج = ٤٩ و ٣٩١٦ جنزيرا  
 ولايجاد مقدار البعد ح د يؤخذ اللوغاريتم المتقدم اى لوغاريتم العمود ب ج ويضرب فى ٢ اى ربع  
 ويبحث فى جداول اللوغاريتمات عن ظل الزاوية ٢٢ ٣١ ٣١ ويضم عليهم العدد الثابت ٦٢٠٦٥١٠ هكذا

٣٥٩٢٨٩٧  
 ٢  
 ٧١٨٥٧٩٤  
 ١٧٨٧٧٠٧  
 ٦٢٠٦٥١٠  
 ١٧٨٠٠١١  
 لو ظا ٢٢ ٣١ ٣١ =



وبما ان هذه المسافة صغيرة جدا فلو بحث عن خط العرض يوجد مساويا تقريبا للمسافة  
 ب ج فتكون هي مقداره ولايجاد مقداره الشمال اء اولا معلوم ان النقطة ب واقعة في شمال خط  
 الاستواء على مسافة  $\hat{r}_1$   $\hat{r}_2$  ونقطة الصنر للخريطة واقعة في شمال خط الاستواء على مسافة  
 $\hat{r}_3$  فلايجاد الزاوية المتوسطة بينهما يجمعان على بعضهما ويقسم الناتج على ٢ هكذا

$$\begin{array}{r} \hat{r}_1 \quad \hat{r}_2 \quad \hat{r}_3 \\ 30 \\ \hline 22 \quad 31 \quad 61 \div 2 \end{array}$$

مقدار الزاوية المتوسط ٣٠ ٤٥ ٤١

ثم يبحث في جدول نمر ٧ المذكور في خانة الطول عما يقابل الزاوية المتقدمة وطريقة ذلك  
 يبحث اولا عن الزاوية  $\hat{r}_3$  فيوجد ٠.١٧٦٧٦٤ ثم يبحث عن ما يقابل الزاوية  $\hat{r}_1$  باخذ الفرق  
 الجدولى ٣٣ وحيث انه يقابل  $\hat{r}_2$  فيكون  $\frac{91}{180} \times 33 = 17$  وذلك بعد تحويل الدقائق والثواني الى  
 ثواني فقط فيضم على اللوغاريتم المتقدم فيكون الحاصل هو ما يقابل ثانية واحدة ثم تطرح الزاوية  $\hat{r}_3$   
 من  $\hat{r}_1$   $\hat{r}_2$  فالباقي  $\hat{r}_1$  هو المقدار المحصور بين نقطتي اء فى فيحول الى ثواني والناتج  
 ٥٤٨٢ يؤخذ لوغاريتمه ويضم على اللوغاريتم المتقدم هكذا

$$0.176764$$

$$17$$

$$0.176781$$

$$3.738939 = 5482 \text{ لو}$$

$$3.910720$$

وبالبحث عن العدد المقابل له يكون  $1 = 8236.07$  جنزيرا فيضم اليه مقدار البعد ج فالناتج  
 وهو ٨٢٥١.٢٠ جنزيرا هو مقدار الشمال ا ج للنقطة دمتي علم مقدارى الشمال والعمود للنقطة المذكورة  
 يمكن رسمها بالطريقة المتقدمة وبمثل هذه الطريقة يمكن ايجاد نقط ثوابت كثيرة ومتي علمت جملة نقط  
 ومربوطة بالعمل يمكن رسم نقط الترافس المثلثية (أى الواقعة بين ثلاثة نواحي) من نقطة ثابتة الى اخرى  
 وهكذا ثم رسم حدود البلاد بالالة المسماة (بتوجراف) بمقياس اختصارى مصطلح عليه مع العلم بان  
 القياس المستعمل في المساحة الان لرسم الخريطة العمومية هو مقياس  $\frac{1}{330000}$



rule instead of angles from 0" to 5" 45'

للبحث عن الزوايا المتقابلة (المكافئة) للزوايا

٣				٤				٥			
angle reqd	Equivalent angle	angle reqd	Equivalent angle	angle reqd	Equivalent angle	angle reqd	Equivalent angle	angle reqd	Equivalent angle	angle reqd	Equivalent angle
الزاوية الاصيلة	الزاوية المتقابلة	الزاوية الاصيلة	الزاوية المتقابلة	الزاوية الاصيلة	الزاوية المتقابلة	الزاوية الاصيلة	الزاوية المتقابلة	الزاوية الاصيلة	الزاوية المتقابلة	الزاوية الاصيلة	الزاوية المتقابلة
١	٣١	٤٥	١٠	٣١	٣٧	٥٠	١٠	١	٦٠	٥٩	٠٠
٢	٣١	٥٧	٠٠	٣٢	٣٨	٠٢	٤٠	٢	٦١	٦٠	٠٠
٣	٣٢	٠٨	٤٠	٣٣	٣٨	١٥	٣٠	٣	٦١	٤١	٠٠
٤	٣٢	٢٠	٣٠	٣٤	٣٨	٢٨	١٠	٤	٦٢	٠١	٠٠
٥	٣٢	٣٢	٢٠	٣٥	٣٨	٤١	٠٠	٥	٦٢	٢٢	٠٠
٦	٣٢	٤٤	١٠	٣٦	٣٨	٥٢	٢٠	٦	٦٢	٤٢	٠٠
٧	٣٢	٥٦	١٠	٣٧	٣٦	٠٦	٣٠	٧	٦٣	٠١	٠٠
٨	٣٣	٠٨	٠٠	٣٨	٣٩	١٩	٣٠	٨	٦٣	٢٨	٠٠
٩	٣٣	٢٠	٠٠	٣٩	٣٩	٣٢	٢٠	٩	٦٣	٥١	٠٠
١٠	٣٣	٣٢	٠٠	٤٠	٣٩	٤٥	٢٠	١٠	٦٤	١٢	٠٠
١١	٣٣	٤٤	٠٠	٤١	٣٩	٥٧	٢٠	١١	٦٤	٣٦	٠٠
١٢	٣٣	٥٦	٠٠	٤٢	٤٠	١١	٣٠	١٢	٦٥	٠٠	٠٠
١٣	٣٤	٠٨	٠٠	٤٣	٤٠	٢٤	٣٠	١٣	٦٥	٢٤	٠٠
١٤	٣٤	٢٠	٠٠	٤٤	٤٠	٣٧	٤٠	١٤	٦٥	٤٨	٠٠
١٥	٣٤	٣٢	١٠	٤٥	٤٠	٥٠	٥٠	١٥	٦٦	١٢	٠٠
١٦	٣٤	٤٤	٢٠	٤٦	٤١	٠٢	٠٠	١٦	٦٦	٣٦	٠٠
١٧	٣٤	٥٦	٣٠	٤٧	٤١	١٧	١٠	١٧	٦٧	٠٣	٠٠
١٨	٣٥	٠٨	٢٠	٤٨	٤١	٣٠	٥٠	١٨	٦٧	٢٨	٠٠
١٩	٣٥	٢٠	٥٠	٤٩	٤١	٤٢	٥٠	١٩	٦٧	٥٥	٠٠
٢٠	٣٥	٣٢	١٠	٥٠	٤١	٥٧	٢٠	٢٠	٦٨	٢٢	٠٠
٢١	٣٥	٤٤	٣٠	٥١	٤٢	١٠	٢٠	٢١	٦٨	٤٦	٠٠
٢٢	٣٥	٥٦	٥٠	٥٢	٤٢	٢٢	١٠	٢٢	٦٩	١٧	٠٠
٢٣	٣٦	٠٨	١٠	٥٣	٤٢	٣٧	٢٠	٢٣	٦٩	٤٥	٠٠
٢٤	٣٦	٢٢	٣٠	٥٤	٤٢	٥١	٢٠	٢٤	٧٠	١٢	٠٠
٢٥	٣٦	٣٢	٥٠	٥٥	٤٣	٠٥	٠٠	٢٥	٧٠	٤٢	٠٠
٢٦	٣٦	٤٧	٢٠	٥٦	٤٣	١٨	٤٠	٢٦	٧١	١٥	٠٠
٢٧	٣٦	٥٩	٥٠	٥٧	٤٣	٣٢	٢٠	٢٧	٧١	٤٦	٠٠
٢٨	٣٧	١٢	٢٠	٥٨	٤٣	٤٦	١٠	٢٨	٧٢	١٨	٠٠
٢٩	٣٧	٢٤	٥٠	٥٩	٤٤	٠٠	٠٠	٢٩	٧٢	٥٢	٠٠
٣٠	٣٧	٣٧	٣٠	٦٠	٤٤	١٤	٠٠	٣٠	٧٣	٢١	٠٠



Table of angles to be used on the slide

الغرض من وجوده بالكيلاتو وهي التي مقدارها ١٥٠ ٥

٠				١				٢			
angle req <sup>d</sup>	Equivalent angle	angle req <sup>d</sup>	Equivalent angle	angle req <sup>d</sup>	Equivalent angle	angle req <sup>d</sup>	Equivalent angle	angle req <sup>d</sup>	Equivalent angle	angle req <sup>d</sup>	Equivalent angle
الزاوية الاصيلة	الزاوية المقابلة	الزاوية الاصيلة	الزاوية المقابلة	الزاوية الاصيلة	الزاوية المقابلة	الزاوية الاصيلة	الزاوية المقابلة	الزاوية الاصيلة	الزاوية المقابلة	الزاوية الاصيلة	الزاوية المقابلة
-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
1	١٦ ٥٤ ٤٠	٣١	٦٤ ٢٣ ٢٠	1	١٠ ١٣ ١٠	٣١	١٥ ٢٠ ٥٠	1	٢٠ ١٦ ١٠	٣١	٢٦ ٠٢ ٥٠
2	٣٥ ٣٤ ٣٠	٣٢	٦٨ ٣٤ ٠٠	2	١٠ ٢٣ ٢٠	٣٢	١٥ ٣١ ١٠	2	٢٠ ٤١ ٥٠	٣٢	٢٦ ١٣ ٥٠
3	٦٠ ٤٦ ١٠	٣٣	٧٣ ٤٢ ٢٠	3	١٠ ٣٣ ٣٠	٣٣	١٥ ٤١ ٣٠	3	٢٠ ٥٧ ٢٠	٣٣	٢٦ ٢٥ ٠٠
4	٠٦ ٢٠ ٥٠	٣٤	٨١ ٢٩ ٤٠	4	١٠ ٤٣ ٢٠	٣٤	١٥ ٥٢ ٠٠	4	٢١ ٠٨ ٢٠	٣٤	٢١ ١٦ ١٠
5	٠٨ ٢١ ٥٠	٣٥	٠٥ ٥٠ ٤٠	5	١٠ ٥٤ ٠٠	٣٥	١٦ ٠٢ ٢٠	5	٢١ ١٦ ٠٠	٣٥	٢٦ ٢٧ ٢٠
6	١٠ ٠٣ ٠٠	٣٦	٠٦ ٠٠ ٢٠	6	١١ ٠٤ ١٠	٣٦	١٦ ١٢ ٥٠	6	٢١ ٢٩ ٥٠	٣٦	٢١ ٥٨ ٤٠
7	١١ ٢٥ ٠٠	٣٧	٠٦ ١٠ ٤٠	7	١١ ١٤ ٢٠	٣٧	١٦ ٢٣ ١٠	7	٢٠ ٢٠ ٣٠	٣٧	٢٧ ٠٩ ٥٠
8	١٣ ٢٧ ٣٠	٣٨	٠٦ ٢٠ ٥٠	8	١١ ٢٤ ٣٠	٣٨	١٦ ٣٣ ٢٠	8	٢١ ٥١ ٢٠	٣٨	٢٧ ٢١ ٠٠
9	١٥ ١٠ ٤٠	٣٩	٠٦ ٣٠ ٥٠	9	١١ ٣٤ ٤٠	٣٩	١٦ ٤٤ ٠٠	9	٢٢ ٢ ٠٠	٣٩	٢٧ ٣٢ ١٠
10	١٦ ٥٤ ٤٠	٤٠	٠٦ ٤٠ ٥٠	10	١١ ٤٤ ٥٠	٤٠	١٦ ٥٤ ٢٠	10	٢٢ ١٢ ٥٠	٤٠	٢٧ ٤٣ ٤٠
11	١٨ ٣٩ ٤٠	٤١	٠٦ ٥١ ٠٠	11	١١ ٥٥ ٠٠	٤١	١٧ ٠٥ ٠٠	11	٢٣ ٢٢ ٢٠	٤١	٢٧ ٥٤ ٥٠
12	٢٠ ٢٥ ٥٠	٤٢	٠٧ ٠١ ٠٠	12	١٢ ٠٥ ٢٠	٤٢	١٧ ١٥ ٣٠	12	٢٣ ٣٤ ٢٠	٤٢	٢٨ ٠٦ ١٠
13	٢٢ ١٣ ١٠	٤٣	٠٧ ١١ ١٠	13	١٢ ١٥ ٣٠	٤٣	١٧ ٢٦ ٠٠	13	٢٣ ٤٥ ٢٠	٤٣	٢٨ ١٧ ٣٠
14	٢٤ ٠١ ٥٠	٤٤	٠٧ ٢١ ١٠	14	١٢ ٢٥ ٥٠	٤٤	١٧ ٣٦ ٢٠	14	٢٢ ٥٦ ١٠	٤٤	٢٨ ٢٨ ٥٠
15	٢٥ ٥٢ ١٠	٤٥	٠٧ ٣١ ٢٠	15	١٢ ٣٦ ٠٠	٤٥	١٧ ٤٦ ٥٠	15	٢٢ ٠٧ ٠٠	٤٥	٢٨ ٢٠ ٢٠
16	٢٧ ٤٤ ٢٠	٤٦	٠٧ ٤١ ٢٠	16	١٢ ٤٦ ٢٠	٤٦	١٧ ٥٧ ٢٠	16	٢٣ ١٧ ٥٠	٤٦	٢٨ ٥١ ٢٠
17	٢٩ ٣٨ ١٠	٤٧	٠٧ ٥١ ٣٠	17	١٢ ٥٦ ٣٠	٤٧	١٨ ٠٨ ٠٠	17	٢٣ ٢٨ ٤٠	٤٧	٢٩ ٠٣ ٠٠
18	٣١ ٣٤ ٣٠	٤٨	٠٨ ٠١ ٣٠	18	١٣ ٠٦ ٥٠	٤٨	١٨ ١٨ ٢٠	18	٢٣ ٣٩ ٤٠	٤٨	٢٩ ١٤ ٢٠
19	٣٣ ٣٣ ٠٠	٤٩	٠٨ ١١ ٤٠	19	١٣ ١٧ ٠٠	٤٩	١٨ ٢٩ ٠٠	19	٢٣ ٥٠ ٣٠	٤٩	٢٩ ٢١ ٠٠
20	٣٥ ٣٤ ٣٠	٥٠	٠٨ ٢١ ٤٥	20	١٣ ٢٧ ٢٠	٥٠	١٨ ٣٩ ٣٠	20	٢٤ ٠١ ٣٠	٥٠	٢٩ ٣٧ ٢٠
21	٣٧ ٣٩ ١٠	٥١	٠٨ ٣١ ٥٠	21	١٣ ٣٧ ٤٠	٥١	١٨ ٥٠ ٠٠	21	٢٤ ١٢ ٣٠	٥١	٢٩ ٤٩ ٠٠
22	٣٩ ٤٧ ٢٠	٥٢	٠٨ ٤٢ ٠٠	22	١٣ ٤٧ ٥٠	٥٢	١٩ ٠٠ ٤٠	22	٢٤ ٢٠ ٣٠	٥٢	٣٠ ٠٠ ٣٠
23	٤١ ٥٩ ٣٠	٥٣	٠٨ ٥٢ ١٠	23	١٣ ٥٨ ١٠	٥٣	١٩ ١١ ١٠	23	٢٤ ٣٤ ٢٠	٥٣	٣٠ ١٢ ٠٠
24	٤٤ ١٦ ٤٠	٥٤	٠٩ ٠٢ ١٠	24	١٤ ٠٨ ٣٠	٥٤	١٩ ٢١ ٥٠	24	٢٤ ٤٥ ٢٠	٥٤	٣٠ ٢٣ ٣٠
25	٤٦ ٣٩ ١٠	٥٥	٠٩ ١٢ ٢٠	25	١٤ ١٨ ٥٠	٥٥	١٩ ٣٢ ٢٠	25	٢٤ ٥٦ ٣٠	٥٥	٣٠ ٣٥ ١٠
26	٤٩ ٠٨ ٢٠	٥٦	٠٩ ٢٢ ٣٠	26	١٤ ٢٩ ١٠	٥٦	١٩ ٤٣ ٠٠	26	٢٥ ٠٧ ٢٠	٥٦	٣٠ ٤٦ ٥٠
27	٥١ ٤٥ ٢٠	٥٧	٠٩ ٣٢ ٤٠	27	١٤ ٣٩ ٣٠	٥٧	١٩ ٥٣ ٤٠	27	٢٥ ١٨ ٣٠	٥٧	٣٠ ٥٨ ١٠
28	٥٤ ٣٢ ١٠	٥٨	٠٩ ٤٢ ٥٠	28	١٤ ٤٩ ٥٠	٥٨	٢٠ ٠٤ ٢٠	28	٢٥ ٢٩ ٣٠	٥٨	٣١ ١٠ ١٠
29	٥٧ ٣١ ٠٠	٥٩	٠٩ ٥٢ ٥٠	29	١٥ ٠٠ ١٠	٥٩	٢٠ ١٤ ٥٠	29	٢٥ ٤٠ ٣٠	٥٩	٣١ ٢١ ٥٠
30	٦٠ ٤٦ ١٠	٦٠	١٠ ٠٣ ٠٠	30	١٥ ١٠ ٣٠	٦٠	٢٠ ٢٥ ٣٠	30	٢٥ ٥١ ٣٠	٦٠	٣١ ٣٣ ٣٠



## استمارة لعميل حساب الترافرس

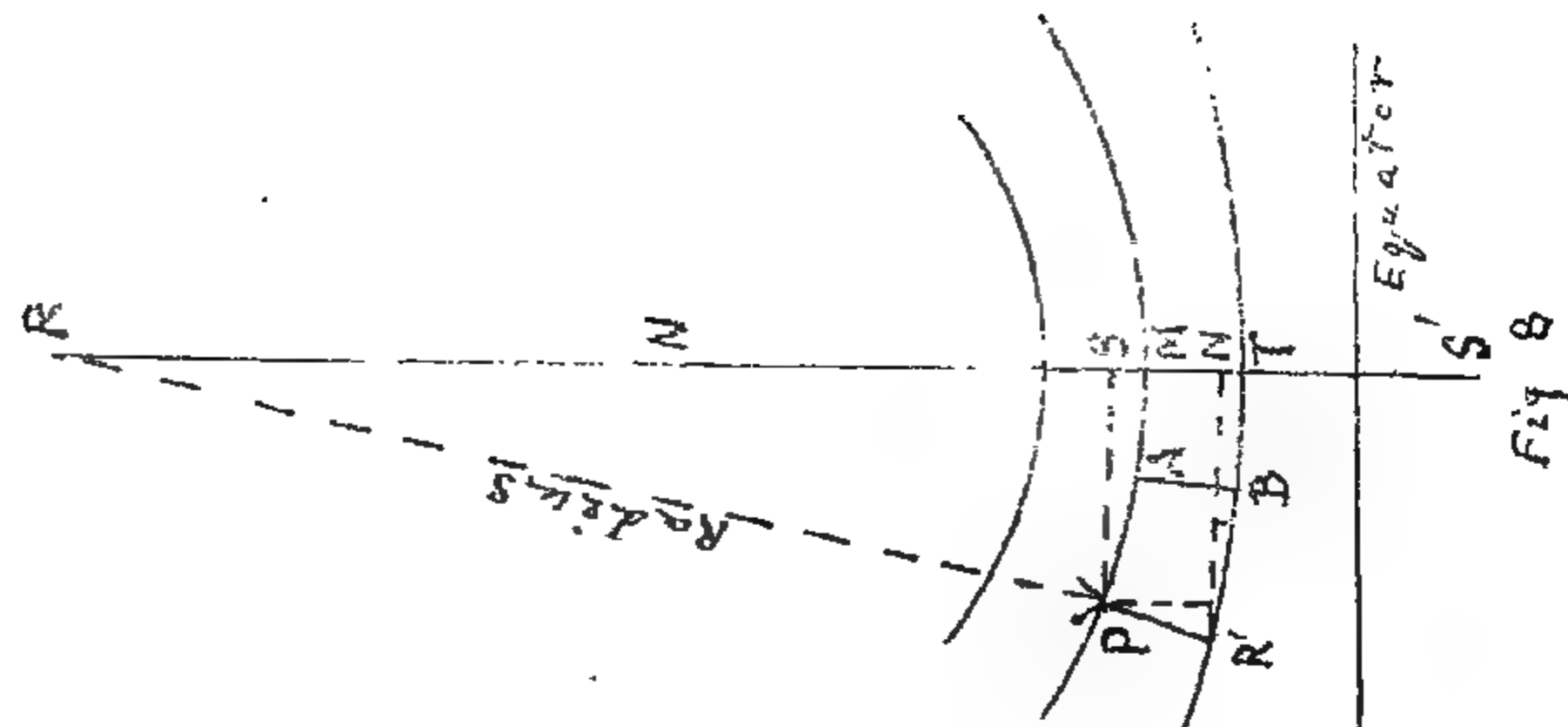
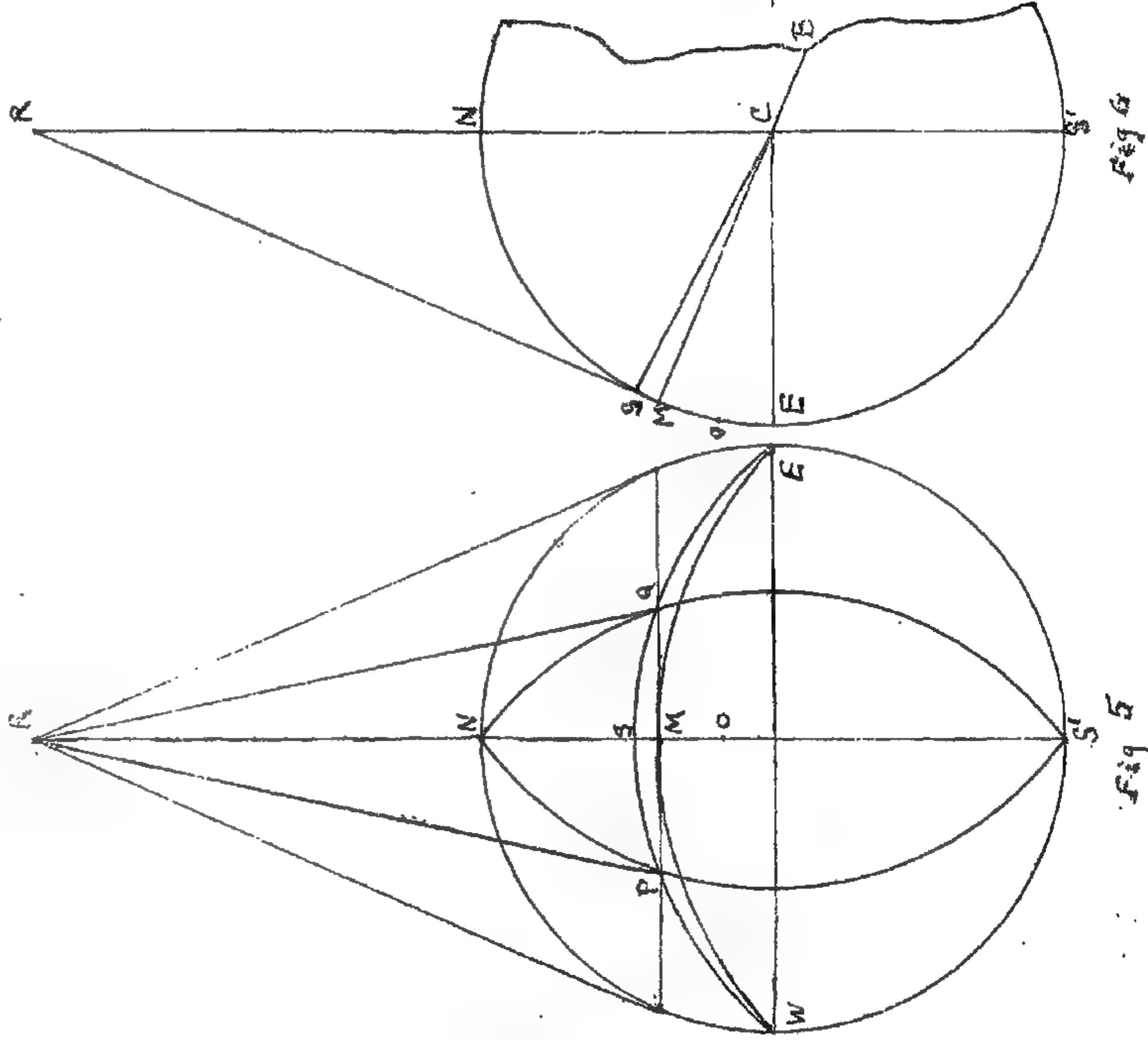
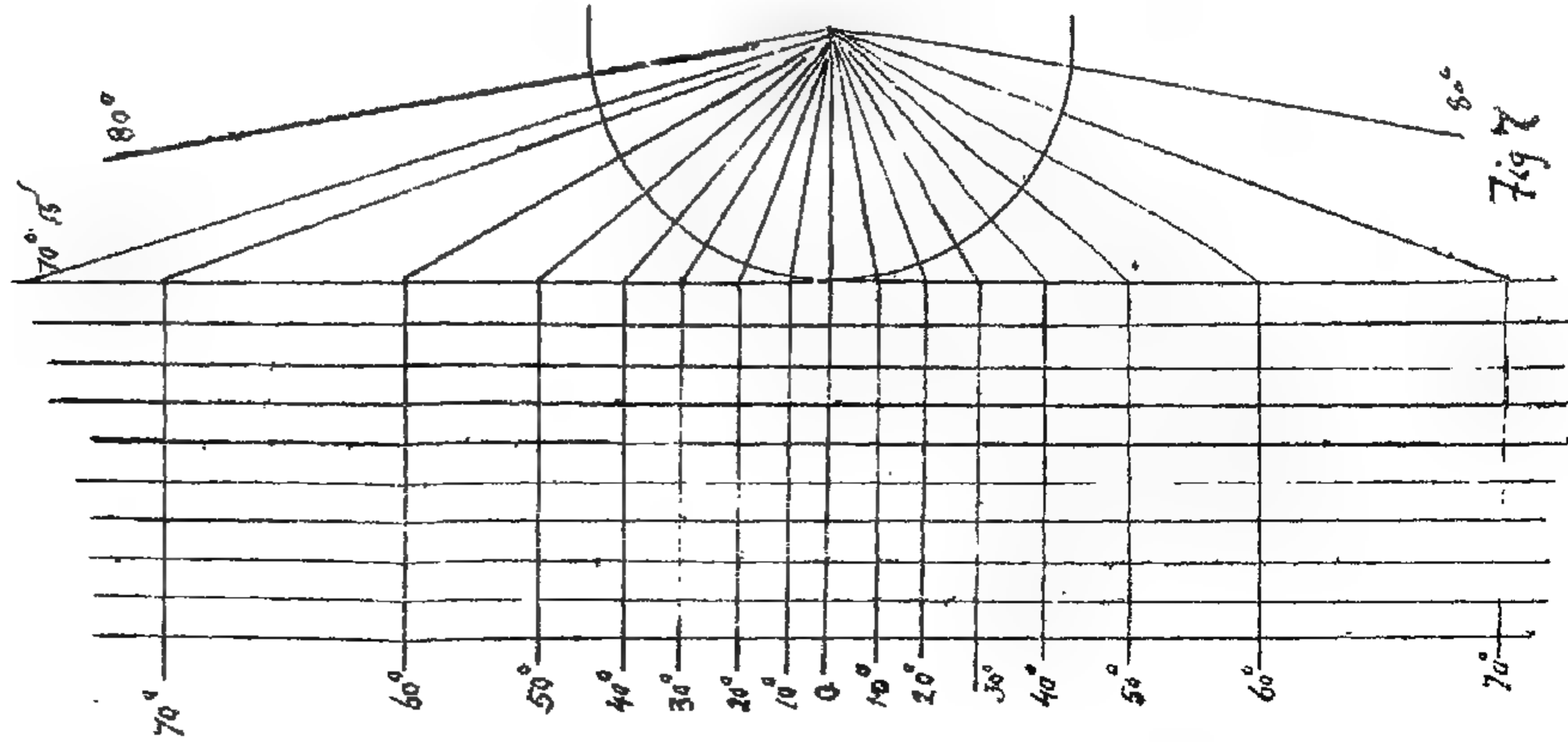
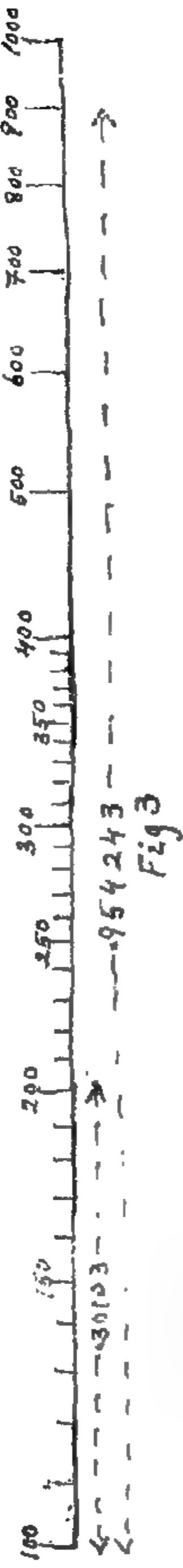
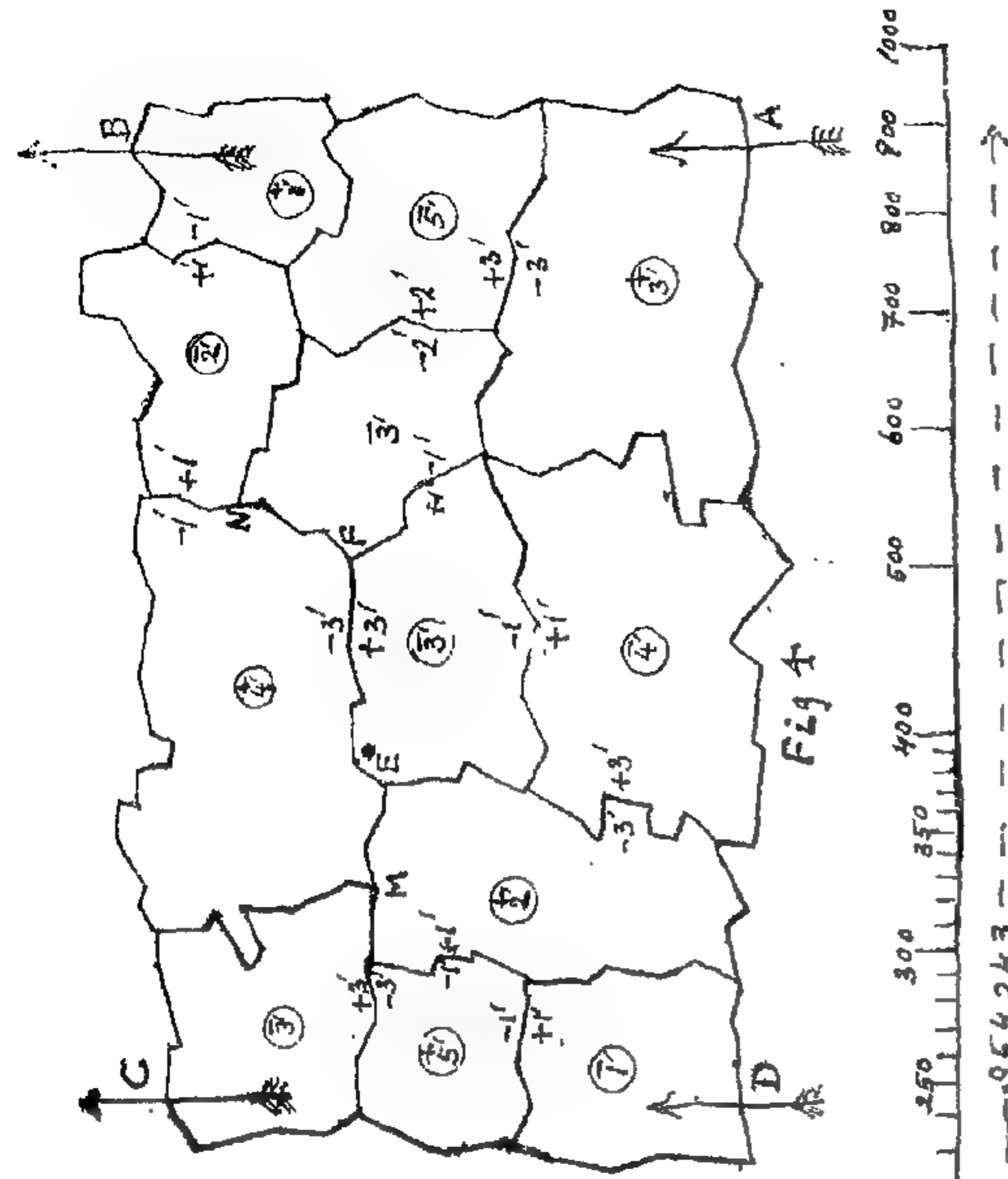
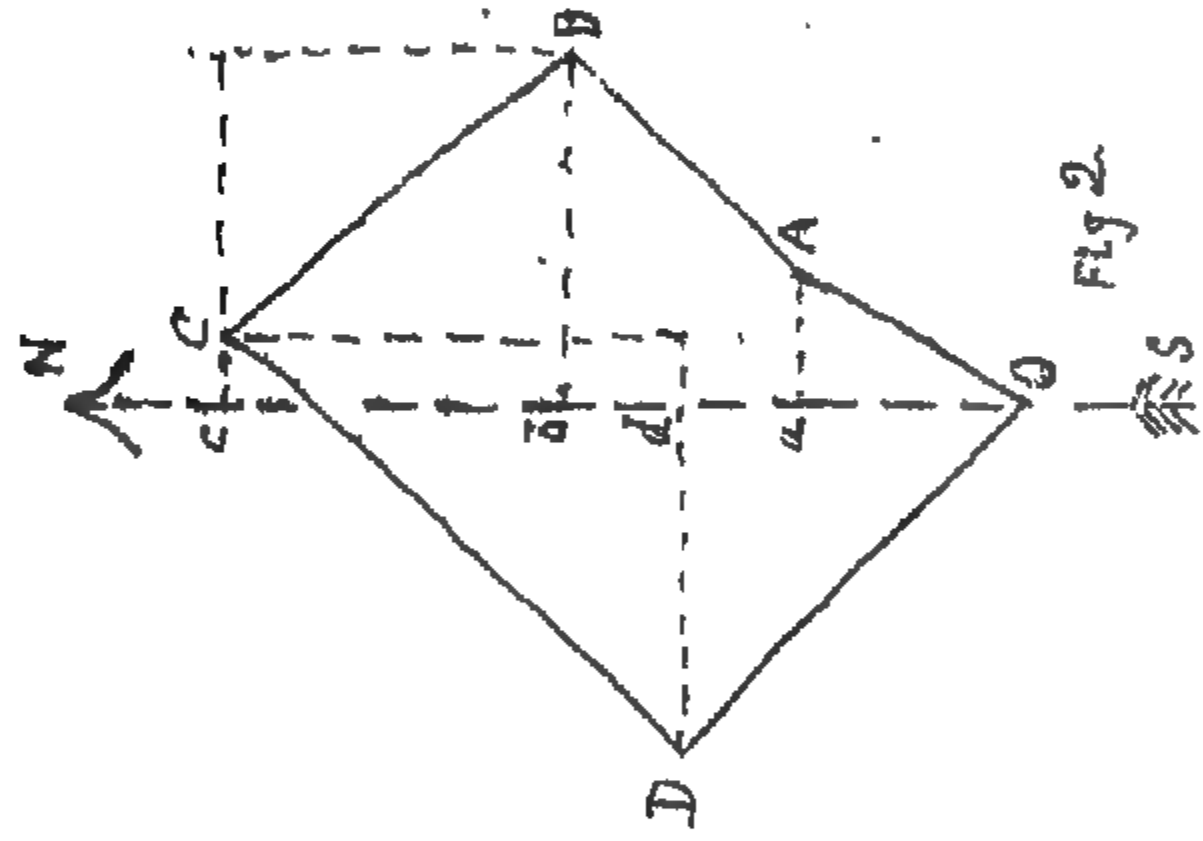
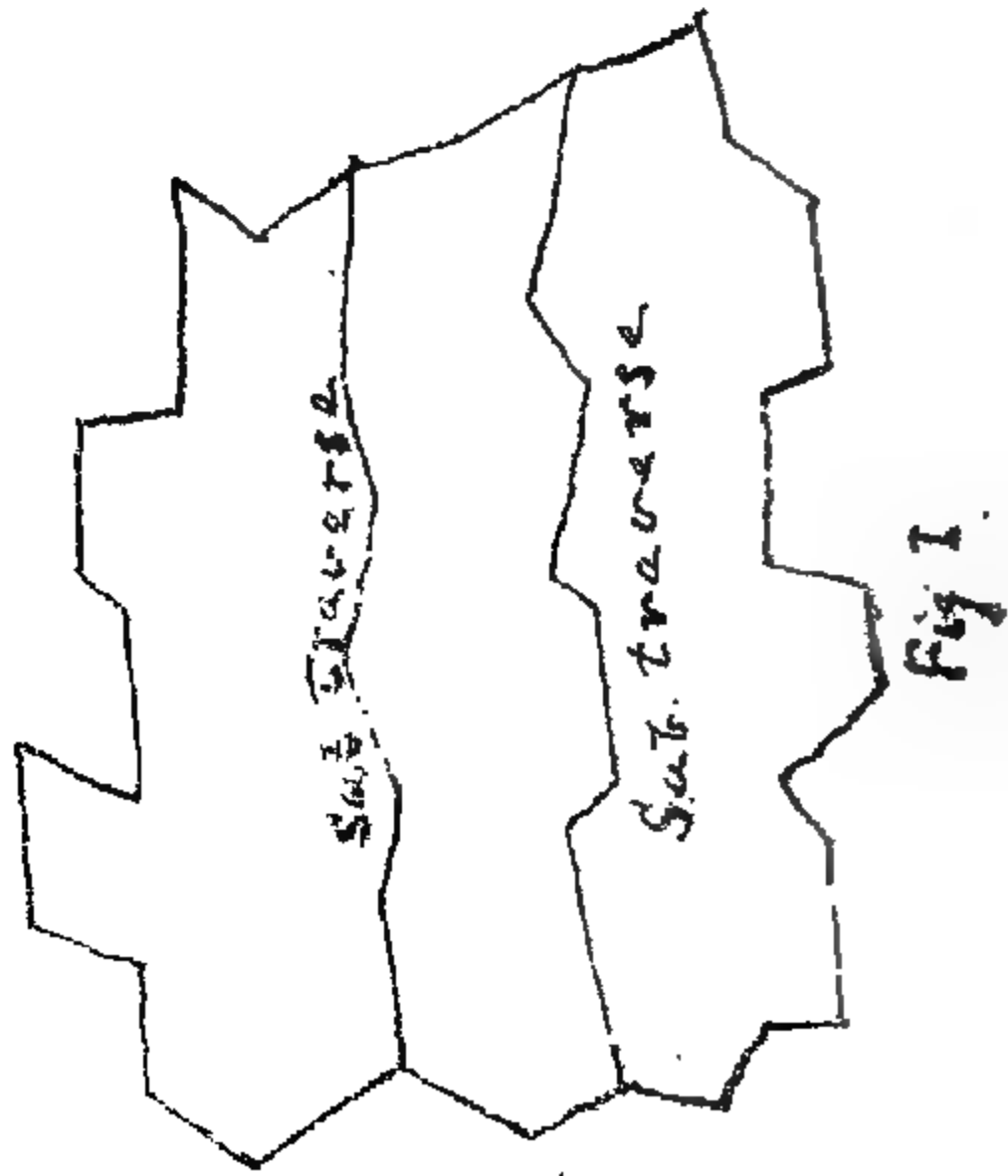
[illegible]





TABLE. N. 7

Logs of lengths in chains of 1° of arc. لوغاريتم المسافات بالجزيير لقوس قدره ثانية واحدة						Convergence of meridians per 400 chains زوايا الميل على الزوايا لكل ١٠٠ جزيير	REFRACTION — Sun's parallax انكسار النور واختلاف منظر الشمس			Logs. of lengths in chains of 1° of arc. لوغاريتم المسافات بالجزيير لقوس قدره ثانية واحدة						Convergence of meridians per 400 chains زوايا الميل على الزوايا لكل ١٠٠ جزيير	REFRACTION — Sun's parallax انكسار النور واختلاف منظر الشمس		
LATITUDE عرض		On the Meridian مقدار الطول	Diff. الفرق الجداول	On parallels مقدار العرض	Diff. الفرق الجداول		Angle الزوايا	Angle الزوايا	Angle الزوايا	LATITUDE عرض		On the Meridian مقدار الطول	Diff. الفرق الجداول	On parallels مقدار العرض	Diff. الفرق الجداول		Angle الزوايا	Angle الزوايا	Angle الزوايا
٥	١	لوغاريتمات	٢	٣	٤					٥	٦	٧	٥	١	لوغاريتمات				
٢	٠٠	١٧٥٦٥٤	٤	١٧٨٢٧٨	١٤٨	٢,٣	١	٢١	٥٥	١٧	٠٠	١٧٦٠١٩	٢١	١٥٩٢٦١	١١٣٤	٢٠, ٢	٣١	١	٢٤
٢	٣٠	٦٥٧	٤	٨١٣١	١٨١	٢,٩	٢	١٦	٤٤	١٧	٣٠	٠٤٠	٢١	٨٠٩١	١١٧٠	٢٠, ٩	٣٢	١	٢٠
٣	٠٠	٦٦١	٤	٧٦٥٠	٢١٤	٣,٤	٣	١٣	١٧	١٨	٠٠	٠٦٢	٢٢	٦٨٨٥	١٢٠٦	٢١, ٥	٣٣	١	١٧
٣	٣٠	٦٦٥	٥	٧٧٣٦	٢٤٧	٤,١	٤	١٠	٥٢	١٨	٣٠	٠٨٤	٢٢	٥٦٤٣	١٢٤٢	٢٢, ٢	٣٤	١	١٣
٤	٠٠	٦٧٠	٦	٧٤٨٩	٢٨٠	٤,٦	٥	٩	٠٧	١٩	٠٠	١٠٧	٢٣	٤٣٦٤	١٢٧٩	٢٢, ٨	٣٥	١	١٠
٤	٣٠	٦٧٦	٦	٧٢٠٩	٣١٢	٥,٢	٦	٧	٥٧	١٩	٣٠	١٣١	٢٤	٣٠٤٨	١٣١٦	٢٣, ٤	٣٦	١	٧
٥	٠٠	٦٨٢	٧	٦٨٩٧	٣٤٦	٥,٩	٧	٦	٤٨	٢٠	٠٠	١٥٥	٢٤	١٦٦٦	١٣٥٢	٢٤, ١	٣٧	١	٤
٥	٣٠	٦٨٩	٧	٦٥٥١	٣٨٠	٦,٤	٨	٦	٠٠	٢٠	٣٠	١٨٠	٢٥	٠٣٠٦	١٣٩٠	٢٤, ٨	٣٨	١	٢
٦	٠٠	٦٩٦	٨	٦١٧١	٤١٢	٧,٠	٩	٥	٢١	٢١	٠٠	٢٠٥	٢٥	١٤٨٨٧٨	١٤٢٨	٢٥, ٥	٣٩	١	٠٠
٦	٣٠	٧٠٤	٩	٥٧٥٩	٤٤٦	٧,٥	١٠	٤	٥٠	٢١	٣٠	٢٣٠	٢٥	٧٤١٣	١٤٦٥	٢٦, ١	٤٠	٠	٥٨
٧	٠٠	٧١٣	١٠	٥٣١٣	٤٧٩	٨,١	١١	٤	٢٤	٢٢	٠٠	٢٥٦	٢٧	٥٩١٠	١٥٠٣	٢٦, ٧	٤١	٠	٥٦
٧	٣٠	٧٢٣	١٠	٤٨٣٤	٥١٢	٨,٨	١٢	٤	٠٠	٢٢	٣٠	٢٨٣	٢٧	٤٣٦٨	١٥٤٢	٢٧, ٤	٤٢	٠	٥٤
٨	٠٠	٧٣٣	١١	٤٢٧٢	٥٤٦	٩,٣	١٣	٣	٤٣	٢٣	٠٠	٣١٠	٢٧	٣٧٨٨	١٥٨٠	٢٨, ١	٤٣	٠	٥٢
٨	٣٠	٧٤٤	١١	٣٧٧٦	٥٧٩	٩,٩	١٤	٣	٢٦	٢٣	٣٠	٣٣٧	٢٨	١١٦٨	١٦٢٠	٢٨, ٨	٤٤	٠	٥٠
٩	٠٠	٧٥٥	١٢	٣١٩٧	٦١٤	١٠,٤	١٥	٣	١٣	٢٤	٠٠	٣٦٥	٢٨	١١٦٨	١٦٥٨	٢٩, ٥	٤٥	٠	٤٩
٩	٣٠	٧٦٧	١٢	٢٥٨٣	٦٤٧	١١,١	١٦	٣	٠٠	٢٤	٣٠	٣٩٣	٢٩	٧٨١٢	١٦٩٨	٣٠, ٢	٤٦	٠	٤٧
١٠	٠٠	٧٧٩	١٤	١٩٣٦	٦٨١	١١,٧	١٧	٢	٤٧	٢٥	٠٠	٤٢٢	٢٩	٦٠٧٥	١٧٣٧	٣٠, ٩	٤٧	٠	٤٤
١٠	٣٠	٧٩٣	١٤	١٢٥٥	٧١٥	١٢,٢	١٨	٢	٣٦	٢٥	٣٠	٤٥١	٢٩	٤٦٩٧	١٧٧٨	٣١, ٦	٤٨	٠	٠
١١	٠٠	٨٠٧	١٤	٠٥٤٠	٧٤٩	١٢,٩	١٩	٢	٣٠	٢٦	٠٠	٤٨٠	٣٠	٢٤٧٩	١٨١٨	٣٢, ٣	٤٩	٠	٤١
١١	٣٠	٨٢١	١٥	٠١٦٩٧٩١	٧٨٣	١٣,٥	٢٠	٢	٢١	٢٦	٣٠	٥١٠	٣١	٠٦٣٠	١٨٥٩	٣٣, ٠	٥٠	٠	٤٠
١٢	٠٠	٨٣٦	١٦	٩٠٠٨	٨١٨	١٤,١	٢١	٢	١٣	٢٧	٠٠	٥٤١	٣١	١٢٨٧٢٠	١٩٠٠	٣٣, ٧	٥١	٠	٣٨
١٢	٣٠	٨٥٢	١٦	٨١٦٠	٨٥٢	١٤,٦	٢٢	٢	٦	٢٧	٣٠	٥٧٢	٣١	٦٧٧٨	١٩٤٢	٣٤, ٥	٥٢	٠	٣٧
١٣	٠٠	٨٦٨	١٧	٧٣٣٨	٨٨٧	١٥,٣	٢٣	٢	٠٠	٢٨	٠٠	٦٠٣	٣١	٤٧٩٤	١٩٨٤	٣٥, ٢	٥٣	٠	٣٦
١٣	٣٠	٨٨٥	١٧	٦٤٥١	٩٢١	١٥,٩	٢٤	١	٥٣	٢٨	٣٠	٦٣٤	٣١	٢٧٦٨	٢٠٢٦	٣٥, ٩	٥٤	٠	٣٤
١٤	٠٠	٩٠٢	١٨	٥٥٣٠	٩٥٧	١٦,٦	٢٥	١	٥٠	٢٩	٠٠	٦٦٦	٣٢	٠٧٠٠	٢٠٦٨	٣٦, ٧	٥٥	٠	٣٢
١٤	٣٠	٩٢٠	١٨	٤٥٧٣	٩٩١	١٧,٢	٢٦	١	٤٤	٢٩	٣٠	٦٩٨	٣٢	١١٨٥٨٨	٢١١٢	٣٧, ٤	٥٦	٠	٣١
١٥	٠٠	٩٣٩	١٩	٣٥٨٢	١٠٢٧	١٧,٧	٢٧	١	٣٩	٣٠	٠٠	٧٣١	٣٣	٦٤٣٣	٢١٥٥	٣٨, ٢	٥٧	٠	٣٠
١٥	٣٠	٩٥٨	٢٠	٢٥٥٥	١٠٦٢	١٨,٣	٢٨	١	٣٥	٣٠	٣٠	٧٦٤	٣٣	٤٢٢٣	٢٢٠٠	٣٩, ٠	٥٨	٠	٢٩
١٦	٠٠	٩٧٨	٢٠	١٤٩٣	١٠٩٨	١٩,٠٠	٢٩	١	٣٠	٣١	٠٠	٧٩٧	٣٣	١٦٩٠	٢٢٤٣	٣٩, ٧	٥٩	٠	٢٨
١٦	٣٠	٩٩٨	٢٠	٠٣٩٥	١١٣٤	١٩,٦	٣٠	١	٢٦	٣١	٣٠	٨٣١	٣٤	١٠٩٧٠١	٢٢٨٩	٤٠, ٦	٦٠	٠	٢٧
										٢٢	٠٠	٨٦٥	٣٤	٧٣٦٧	٢٣٣٤				





## جدول

تفدين بواسطة الجنازير والعقل

ويليه جدولان آخرين ذات أهمية

من عمل

جناب المستر استورت

مفتش ثانى هندسة المساحة العمومية

وتعريب

حنجرة شمد أفندى جسيب

رئيس قلم مراجعة هندسة المساحة العمومية

تدليسه

الفدان يساوى عشرة جنازير مربعة طول الجنازير ٤٩٥٨٠ متر  
والمتروك أقل من واحد من عشرة آلاف من الجنازير

مثال للعمل

إذا كان المطلوب معرفة عدد الفدان الموجودة في قطعة رباعية متوسط ارتناعها ثلاثة جنازير وخمسة وتسعون عقلة  
وقطرها ثمانية وعشرون جنازير وستون عقلة يكون العمل هكذا

$$\begin{array}{rcl} ٢٨,٦٠ \times ٣,٩٥ & & \text{يؤخذ من الجدول} \\ \text{من ط فدان} & & \\ ١١ \ ١ \ ١١ & = & ٢٨ \times ٣,٩٥ \\ ٠٠ \ ٥ \ ١٦ & = & ٠,٦٠ \times ٣,٩٥ \\ \hline ١١ \ ٧ \ ٣ & = & (٢٨ + ٠,٦٠) \times ٣,٩٥ \end{array}$$

وهو المطلوب

وبهذه الحالة يمكن إيجاد فدان قطعة باضلاع كثيرة بواسطة تقسيمها الى أشباه منحرفة ومثلثات

(طبع)

بالمطبعة الكبرى الاميرية ببولاق مصر المحمية

سنة ١٨٩٧

أفرنجيه

تقديدين بواسطة الجنازير والعقل

[illegible]

جدول

تفدين بواسطة الجنائز والعقل

[illegible]





تفدين بواسطة الجنائز والعقل

[illegible]



تفسيدين بواسطة الجنائير والعقل

[illegible]



جدول

تفـدين بواسـطة الجنـازير والعـقل

[illegible]

تفـهـيـن بـواسـطـة الجـنازير والعـقـل

[illegible]



تفـدين بواسطـة الجنـازير والعـقل

(5)



## جدول

تفدين بواسطة الجنازير والعقل

بنا	جنزير ٢٠٥	جنزير ٢١٠	جنزير ٢١٥	جنزير ٢٢٠	جنزير ٢٢٥	جنزير ٢٣٠	جنزير ٢٣٥	جنزير ٢٤٠	جنزير ٢٤٥	جنزير ٢٥٠	بنا		
١	س	ط	فدن	س	ط	فدن	س	ط	فدن	س	ط	فدن	١
١٠	١٢	...	...	١٢	...	...	١٣	...	...	١٤	...	...	١٠
٢٠	٢٣	...	...	١	...	...	١	٣	...	١	٥	...	٢٠
٣٠	١١١	...	...	١	١٢	...	١	١٥	...	١	١٩	...	٣٠
٤٠	١٢٣	...	...	٢	٢	...	٢	٧	...	٢	٨	...	٤٠
٥٠	٢١١	...	...	٢	١٤	...	٢	٢٠	...	٢	٢٣	...	٥٠
٦٠	٢٢٣	...	...	٣	٢	...	٣	٨	...	٣	١٤	...	٦٠
٧٠	٣١٠	...	...	٣	١٤	...	٣	٢٠	...	٤	٤	...	٧٠
٨٠	٣٢٣	...	...	٤	٣	...	٤	١٠	...	٤	١٩	...	٨٠
٩٠	٤١٠	...	...	٤	١٦	...	٥	١	...	٥	١٠	...	٩٠
١	٤٢٢	...	...	٥	٧	...	٥	١٥	...	٦	...	...	١
٢	٩٢٠	...	...	١٠	٨	...	١١	٨	...	١٢	...	...	٢
٣	١٤١٨	...	...	١٥	١٢	...	١٦	٢٢	...	١٨	...	...	٣
٤	١٩١٦	...	...	٢٠	١٦	...	٢٢	١٣	...	٢٣	...	...	٤
٥	٢٤١٤	...	...	٢٥	٢٠	...	٢٣	١٤	...	٢٤	...	...	٥
٦	٢٩٢٢	...	...	٣٠	٢٤	...	٢٩	١٩	...	٢٥	...	...	٦
٧	٣٤٢٠	...	...	٣٥	٢٨	...	٣٤	٢٤	...	٢٦	...	...	٧
٨	٣٩١٨	...	...	٤٠	٣٢	...	٣٩	٢٨	...	٢٧	...	...	٨
٩	٤٤١٦	...	...	٤٥	٣٦	...	٤٤	٣٢	...	٢٨	...	...	٩
١٠	٤٩١٤	...	...	٥٠	٤٠	...	٤٩	٣٦	...	٢٩	...	...	١٠
١١	٥٤١٢	...	...	٥٥	٤٤	...	٥٤	٤٠	...	٣٠	...	...	١١
١٢	٥٩١٠	...	...	٦٠	٤٨	...	٦٠	٤٤	...	٣١	...	...	١٢
١٣	٦٤٠٨	...	...	٦٥	٥٢	...	٦٥	٤٨	...	٣٢	...	...	١٣
١٤	٦٩٠٦	...	...	٧٠	٥٦	...	٧٠	٥٢	...	٣٣	...	...	١٤
١٥	٧٤٠٤	...	...	٧٥	٦٠	...	٧٥	٥٦	...	٣٤	...	...	١٥
١٦	٧٩٠٢	...	...	٨٠	٦٤	...	٨٠	٦٠	...	٣٥	...	...	١٦
١٧	٨٤٠٠	...	...	٨٥	٦٨	...	٨٥	٦٤	...	٣٦	...	...	١٧
١٨	٨٩٠٠	...	...	٩٠	٧٢	...	٩٠	٦٨	...	٣٧	...	...	١٨
١٩	٩٤٠٠	...	...	٩٥	٧٦	...	٩٥	٧٢	...	٣٨	...	...	١٩
٢٠	٩٩٠٠	...	...	١٠٠	٨٠	...	١٠٠	٧٦	...	٣٩	...	...	٢٠
٢١	١٠٤٠٠	...	...	١٠٥	٨٤	...	١٠٥	٨٠	...	٤٠	...	...	٢١
٢٢	١٠٩٠٠	...	...	١١٠	٨٨	...	١١٠	٨٤	...	٤١	...	...	٢٢
٢٣	١١٤٠٠	...	...	١١٥	٩٢	...	١١٥	٨٨	...	٤٢	...	...	٢٣
٢٤	١١٩٠٠	...	...	١٢٠	٩٦	...	١٢٠	٩٢	...	٤٣	...	...	٢٤
٢٥	١٢٤٠٠	...	...	١٢٥	١٠٠	...	١٢٥	٩٦	...	٤٤	...	...	٢٥
٢٦	١٢٩٠٠	...	...	١٣٠	١٠٤	...	١٣٠	١٠٠	...	٤٥	...	...	٢٦
٢٧	١٣٤٠٠	...	...	١٣٥	١٠٨	...	١٣٥	١٠٤	...	٤٦	...	...	٢٧
٢٨	١٣٩٠٠	...	...	١٤٠	١١٢	...	١٤٠	١٠٨	...	٤٧	...	...	٢٨
٢٩	١٤٤٠٠	...	...	١٤٥	١١٦	...	١٤٥	١١٢	...	٤٨	...	...	٢٩
٣٠	١٤٩٠٠	...	...	١٥٠	١٢٠	...	١٥٠	١١٦	...	٤٩	...	...	٣٠
٣١	١٥٤٠٠	...	...	١٥٥	١٢٤	...	١٥٥	١٢٠	...	٥٠	...	...	٣١
٣٢	١٥٩٠٠	...	...	١٦٠	١٢٨	...	١٦٠	١٢٤	...	٥١	...	...	٣٢
٣٣	١٦٤٠٠	...	...	١٦٥	١٣٢	...	١٦٥	١٢٨	...	٥٢	...	...	٣٣
٣٤	١٦٩٠٠	...	...	١٧٠	١٣٦	...	١٧٠	١٣٢	...	٥٣	...	...	٣٤
٣٥	١٧٤٠٠	...	...	١٧٥	١٤٠	...	١٧٥	١٣٦	...	٥٤	...	...	٣٥
٣٦	١٧٩٠٠	...	...	١٨٠	١٤٤	...	١٨٠	١٤٠	...	٥٥	...	...	٣٦
٣٧	١٨٤٠٠	...	...	١٨٥	١٤٨	...	١٨٥	١٤٤	...	٥٦	...	...	٣٧
٣٨	١٨٩٠٠	...	...	١٩٠	١٥٢	...	١٩٠	١٤٨	...	٥٧	...	...	٣٨
٣٩	١٩٤٠٠	...	...	١٩٥	١٥٦	...	١٩٥	١٥٢	...	٥٨	...	...	٣٩
٤٠	١٩٩٠٠	...	...	٢٠٠	١٦٠	...	٢٠٠	١٥٦	...	٥٩	...	...	٤٠
٤١	٢٠٤٠٠	...	...	٢٠٥	١٦٤	...	٢٠٥	١٦٠	...	٦٠	...	...	٤١
٤٢	٢٠٩٠٠	...	...	٢١٠	١٦٨	...	٢١٠	١٦٤	...	٦١	...	...	٤٢
٤٣	٢١٤٠٠	...	...	٢١٥	١٧٢	...	٢١٥	١٦٨	...	٦٢	...	...	٤٣
٤٤	٢١٩٠٠	...	...	٢٢٠	١٧٦	...	٢٢٠	١٧٢	...	٦٣	...	...	٤٤
٤٥	٢٢٤٠٠	...	...	٢٢٥	١٨٠	...	٢٢٥	١٧٦	...	٦٤	...	...	٤٥
٤٦	٢٢٩٠٠	...	...	٢٣٠	١٨٤	...	٢٣٠	١٨٠	...	٦٥	...	...	٤٦
٤٧	٢٣٤٠٠	...	...	٢٣٥	١٨٨	...	٢٣٥	١٨٤	...	٦٦	...	...	٤٧
٤٨	٢٣٩٠٠	...	...	٢٤٠	١٩٢	...	٢٤٠	١٨٨	...	٦٧	...	...	٤٨
٤٩	٢٤٤٠٠	...	...	٢٤٥	١٩٦	...	٢٤٥	١٩٢	...	٦٨	...	...	٤٩
٥٠	٢٤٩٠٠	...	...	٢٥٠	٢٠٠	...	٢٥٠	١٩٦	...	٦٩	...	...	٥٠
٥١	٢٥٤٠٠	...	...	٢٥٥	٢٠٤	...	٢٥٥	٢٠٠	...	٧٠	...	...	٥١
٥٢	٢٥٩٠٠	...	...	٢٦٠	٢٠٨	...	٢٦٠	٢٠٤	...	٧١	...	...	٥٢
٥٣	٢٦٤٠٠	...	...	٢٦٥	٢١٢	...	٢٦٥	٢٠٨	...	٧٢	...	...	٥٣
٥٤	٢٦٩٠٠	...	...	٢٧٠	٢١٦	...	٢٧٠	٢١٢	...	٧٣	...	...	٥٤
٥٥	٢٧٤٠٠	...	...	٢٧٥	٢٢٠	...	٢٧٥	٢١٦	...	٧٤	...	...	٥٥
٥٦	٢٧٩٠٠	...	...	٢٨٠	٢٢٤	...	٢٨٠	٢٢٠	...	٧٥	...	...	٥٦
٥٧	٢٨٤٠٠	...	...	٢٨٥	٢٢٨	...	٢٨٥	٢٢٤	...	٧٦	...	...	٥٧
٥٨	٢٨٩٠٠	...	...	٢٩٠	٢٣٢	...	٢٩٠	٢٢٨	...	٧٧	...	...	٥٨
٥٩	٢٩٤٠٠	...	...	٢٩٥	٢٣٦	...	٢٩٥	٢٣٢	...	٧٨	...	...	٥٩
٦٠	٢٩٩٠٠	...	...	٣٠٠	٢٤٠	...	٣٠٠	٢٣٦	...	٧٩	...	...	٦٠
٦١	٣٠٤٠٠	...	...	٣٠٥	٢٤٤	...	٣٠٥	٢٣٢	...	٨٠	...	...	٦١
٦٢	٣٠٩٠٠	...	...	٣١٠	٢٤٨	...	٣١٠	٢٣٦	...	٨١	...	...	٦٢
٦٣	٣١٤٠٠	...	...	٣١٥	٢٥٢	...	٣١٥	٢٣٦	...	٨٢	...	...	٦٣
٦٤	٣١٩٠٠	...	...	٣٢٠	٢٥٦	...	٣٢٠	٢٣٦	...	٨٣	...	...	٦٤
٦٥	٣٢٤٠٠	...	...	٣٢٥	٢٦٠	...	٣٢٥	٢٣٦	...	٨٤	...	...	٦٥
٦٦	٣٢٩٠٠	...	...	٣٣٠	٢٦٤	...	٣٣٠	٢٣٦	...	٨٥	...	...	٦٦
٦٧	٣٣٤٠٠	...	...	٣٣٥	٢٦٨	...	٣٣٥	٢٣٦	...	٨٦	...	...	٦٧
٦٨	٣٣٩٠٠	...	...	٣٤٠	٢٧٢	...	٣٤٠	٢٣٦	...	٨٧	...	...	٦٨
٦٩	٣٤٤٠٠	...	...	٣٤٥	٢٧٦	...	٣٤٥	٢٣٦	...	٨٨	...	...	٦٩
٧٠	٣٤٩٠٠	...	...	٣٥٠	٢٨٠	...	٣٥٠	٢٣٦	...	٨٩	...	...	٧٠
٧١	٣٥٤٠٠	...	...	٣٥٥	٢٨٤	...	٣٥٥	٢٣٦	...	٩٠	...	...	٧١
٧٢	٣٥٩٠٠	...	...	٣٦٠	٢٨٨	...	٣٦٠	٢٣٦	...	٩١	...	...	٧٢
٧٣	٣٦٤٠٠	...	...	٣٦٥	٢٩٢	...	٣٦٥	٢٣٦	...	٩٢	...	...	٧٣
٧٤	٣٦٩٠٠	...	...	٣٧٠	٢٩٦	...	٣٧٠	٢٣٦	...	٩٣	...	...	٧٤
٧٥	٣٧٤٠٠	...	...	٣٧٥	٣٠٠	...	٣٧٥	٢٣٦	...	٩٤	...	...	٧٥
٧٦	٣٧٩٠٠	...	...	٣٨٠	٣٠٤	...	٣٨٠	٢٣٦	...	٩٥	...	...	٧٦
٧٧	٣٨٤٠٠	...	...	٣٨٥	٣٠٨	...	٣٨٥	٢٣٦	...	٩٦	...	...	٧٧
٧٨	٣٨٩٠٠	...	...	٣٩٠	٣١٢	...	٣٩٠	٢٣٦	...	٩٧	...	...	٧٨
٧٩	٣٩٤٠٠	...	...	٣٩٥	٣١٦	...	٣٩٥	٢٣٦	...	٩٨	...	...	٧٩
٨٠	٣٩٩٠٠	...	...	٤٠٠	٣٢٠	...	٤٠٠	٢٣٦	...	٩٩	...	...	٨٠
٨١	٤٠٤٠٠	...	...	٤٠٥	٣٢٤	...	٤٠٥	٢٣٦	...	١٠٠	...	...	٨١
٨٢	٤٠٩٠٠	...	...	٤١٠	٣٢٨	...	٤١٠	٢٣٦	...	١٠١	...	...	٨٢
٨٣	٤١٤٠٠	...	...	٤١٥	٣٣٢	...	٤١٥	٢٣٦	...	١٠٢	...	...	٨٣
٨٤	٤١٩٠٠	...	...	٤٢٠	٣٣٦	...	٤٢٠	٢٣٦	...	١٠٣	...	...	٨٤
٨٥	٤٢٤٠٠	...	...	٤٢٥	٣٤٠	...	٤٢٥	٢٣٦	...	١٠٤	...	...	٨٥
٨٦	٤٢٩٠٠	...	...	٤٣٠	٣٤٤	...	٤٣٠	٢٣٦	...	١٠٥	...	...	٨٦
٨٧	٤٣٤٠٠	...	...	٤٣٥	٣٤٨	...	٤٣٥	٢٣٦	...	١٠٦	...	...	٨٧
٨٨	٤٣٩٠٠	...	...	٤٤٠	٣٥٢	...	٤٤٠	٢٣٦	...	١٠٧	...	...	٨٨
٨٩	٤٤٤٠٠	...	...	٤٤٥	٣٥٦	...	٤٤٥	٢٣٦	...	١٠٨	...	...	٨٩
٩٠	٤٤٩٠٠	...	...	٤٥٠	٣٦٠	...	٤٥٠	٢٣٦	...	١٠٩	...	...	٩٠
٩١	٤٥٤٠٠	...	...	٤٥٥	٣٦٤	...	٤٥٥	٢٣٦	...	١١٠	...	...	٩١
٩٢	٤٥٩٠٠	...	...	٤٦٠	٣٦٨	...	٤٦٠	٢٣٦	...	١١١	...	...	٩٢
٩٣	٤٦٤٠٠	...	...	٤٦٥	٣٧٢	...							

## جدول

تفدين بواسطة الجنازير والعقل

ب.أ.	جنزير ٢,٥٥	جنزير ٢,٦٠	جنزير ٢,٦٥	جنزير ٢,٧٠	جنزير ٢,٧٥	جنزير ٢,٨٠	جنزير ٢,٨٥	جنزير ٢,٩٠	جنزير ٢,٩٥	جنزير ٣	ب.أ.		
	س	ط	فدن	س	ط	فدن	س	ط	فدن	س	ط	فدن	
١٠٠	١٤	...	...	١٥	...	...	١٦	...	...	١٨	...	...	١٠٠
٢٠٠	١٥	...	...	١٦	...	...	١٨	...	...	١٩	...	...	٢٠٠
٣٠٠	١٦	...	...	١٧	...	...	١٩	...	...	٢٠	...	...	٣٠٠
٤٠٠	١٧	...	...	١٨	...	...	٢٠	...	...	٢١	...	...	٤٠٠
٥٠٠	١٨	...	...	١٩	...	...	٢١	...	...	٢٢	...	...	٥٠٠
٦٠٠	١٩	...	...	٢٠	...	...	٢٢	...	...	٢٣	...	...	٦٠٠
٧٠٠	٢٠	...	...	٢١	...	...	٢٣	...	...	٢٤	...	...	٧٠٠
٨٠٠	٢١	...	...	٢٢	...	...	٢٤	...	...	٢٥	...	...	٨٠٠
٩٠٠	٢٢	...	...	٢٣	...	...	٢٥	...	...	٢٦	...	...	٩٠٠
١٠٠٠	٢٣	...	...	٢٤	...	...	٢٦	...	...	٢٧	...	...	١٠٠٠
١١٠٠	٢٤	...	...	٢٥	...	...	٢٧	...	...	٢٨	...	...	١١٠٠
١٢٠٠	٢٥	...	...	٢٦	...	...	٢٨	...	...	٢٩	...	...	١٢٠٠
١٣٠٠	٢٦	...	...	٢٧	...	...	٢٩	...	...	٣٠	...	...	١٣٠٠
١٤٠٠	٢٧	...	...	٢٨	...	...	٣٠	...	...	٣١	...	...	١٤٠٠
١٥٠٠	٢٨	...	...	٢٩	...	...	٣١	...	...	٣٢	...	...	١٥٠٠
١٦٠٠	٢٩	...	...	٣٠	...	...	٣٢	...	...	٣٣	...	...	١٦٠٠
١٧٠٠	٣٠	...	...	٣١	...	...	٣٣	...	...	٣٤	...	...	١٧٠٠
١٨٠٠	٣١	...	...	٣٢	...	...	٣٤	...	...	٣٥	...	...	١٨٠٠
١٩٠٠	٣٢	...	...	٣٣	...	...	٣٥	...	...	٣٦	...	...	١٩٠٠
٢٠٠٠	٣٣	...	...	٣٤	...	...	٣٦	...	...	٣٧	...	...	٢٠٠٠
٢١٠٠	٣٤	...	...	٣٥	...	...	٣٧	...	...	٣٨	...	...	٢١٠٠
٢٢٠٠	٣٥	...	...	٣٦	...	...	٣٨	...	...	٣٩	...	...	٢٢٠٠
٢٣٠٠	٣٦	...	...	٣٧	...	...	٣٩	...	...	٤٠	...	...	٢٣٠٠
٢٤٠٠	٣٧	...	...	٣٨	...	...	٤٠	...	...	٤١	...	...	٢٤٠٠
٢٥٠٠	٣٨	...	...	٣٩	...	...	٤١	...	...	٤٢	...	...	٢٥٠٠
٢٦٠٠	٣٩	...	...	٤٠	...	...	٤٢	...	...	٤٣	...	...	٢٦٠٠
٢٧٠٠	٤٠	...	...	٤١	...	...	٤٣	...	...	٤٤	...	...	٢٧٠٠
٢٨٠٠	٤١	...	...	٤٢	...	...	٤٤	...	...	٤٥	...	...	٢٨٠٠
٢٩٠٠	٤٢	...	...	٤٣	...	...	٤٥	...	...	٤٦	...	...	٢٩٠٠
٣٠٠٠	٤٣	...	...	٤٤	...	...	٤٦	...	...	٤٧	...	...	٣٠٠٠
٣١٠٠	٤٤	...	...	٤٥	...	...	٤٧	...	...	٤٨	...	...	٣١٠٠
٣٢٠٠	٤٥	...	...	٤٦	...	...	٤٨	...	...	٤٩	...	...	٣٢٠٠
٣٣٠٠	٤٦	...	...	٤٧	...	...	٤٩	...	...	٥٠	...	...	٣٣٠٠
٣٤٠٠	٤٧	...	...	٤٨	...	...	٥٠	...	...	٥١	...	...	٣٤٠٠
٣٥٠٠	٤٨	...	...	٤٩	...	...	٥١	...	...	٥٢	...	...	٣٥٠٠
٣٦٠٠	٤٩	...	...	٥٠	...	...	٥٢	...	...	٥٣	...	...	٣٦٠٠
٣٧٠٠	٥٠	...	...	٥١	...	...	٥٣	...	...	٥٤	...	...	٣٧٠٠
٣٨٠٠	٥١	...	...	٥٢	...	...	٥٤	...	...	٥٥	...	...	٣٨٠٠
٣٩٠٠	٥٢	...	...	٥٣	...	...	٥٥	...	...	٥٦	...	...	٣٩٠٠
٤٠٠٠	٥٣	...	...	٥٤	...	...	٥٦	...	...	٥٧	...	...	٤٠٠٠
٤١٠٠	٥٤	...	...	٥٥	...	...	٥٧	...	...	٥٨	...	...	٤١٠٠
٤٢٠٠	٥٥	...	...	٥٦	...	...	٥٨	...	...	٥٩	...	...	٤٢٠٠
٤٣٠٠	٥٦	...	...	٥٧	...	...	٥٩	...	...	٦٠	...	...	٤٣٠٠
٤٤٠٠	٥٧	...	...	٥٨	...	...	٦٠	...	...	٦١	...	...	٤٤٠٠
٤٥٠٠	٥٨	...	...	٥٩	...	...	٦١	...	...	٦٢	...	...	٤٥٠٠
٤٦٠٠	٥٩	...	...	٦٠	...	...	٦٢	...	...	٦٣	...	...	٤٦٠٠
٤٧٠٠	٦٠	...	...	٦١	...	...	٦٣	...	...	٦٤	...	...	٤٧٠٠
٤٨٠٠	٦١	...	...	٦٢	...	...	٦٤	...	...	٦٥	...	...	٤٨٠٠
٤٩٠٠	٦٢	...	...	٦٣	...	...	٦٥	...	...	٦٦	...	...	٤٩٠٠
٥٠٠٠	٦٣	...	...	٦٤	...	...	٦٦	...	...	٦٧	...	...	٥٠٠٠
٥١٠٠	٦٤	...	...	٦٥	...	...	٦٧	...	...	٦٨	...	...	٥١٠٠
٥٢٠٠	٦٥	...	...	٦٦	...	...	٦٨	...	...	٦٩	...	...	٥٢٠٠
٥٣٠٠	٦٦	...	...	٦٧	...	...	٦٩	...	...	٧٠	...	...	٥٣٠٠
٥٤٠٠	٦٧	...	...	٦٨	...	...	٧٠	...	...	٧١	...	...	٥٤٠٠
٥٥٠٠	٦٨	...	...	٦٩	...	...	٧١	...	...	٧٢	...	...	٥٥٠٠
٥٦٠٠	٦٩	...	...	٧٠	...	...	٧٢	...	...	٧٣	...	...	٥٦٠٠
٥٧٠٠	٧٠	...	...	٧١	...	...	٧٣	...	...	٧٤	...	...	٥٧٠٠
٥٨٠٠	٧١	...	...	٧٢	...	...	٧٤	...	...	٧٥	...	...	٥٨٠٠
٥٩٠٠	٧٢	...	...	٧٣	...	...	٧٥	...	...	٧٦	...	...	٥٩٠٠
٦٠٠٠	٧٣	...	...	٧٤	...	...	٧٦	...	...	٧٧	...	...	٦٠٠٠
٦١٠٠	٧٤	...	...	٧٥	...	...	٧٧	...	...	٧٨	...	...	٦١٠٠
٦٢٠٠	٧٥	...	...	٧٦	...	...	٧٨	...	...	٧٩	...	...	٦٢٠٠
٦٣٠٠	٧٦	...	...	٧٧	...	...	٧٩	...	...	٨٠	...	...	٦٣٠٠
٦٤٠٠	٧٧	...	...	٧٨	...	...	٨٠	...	...	٨١	...	...	٦٤٠٠
٦٥٠٠	٧٨	...	...	٧٩	...	...	٨١	...	...	٨٢	...	...	٦٥٠٠
٦٦٠٠	٧٩	...	...	٨٠	...	...	٨٢	...	...	٨٣	...	...	٦٦٠٠
٦٧٠٠	٨٠	...	...	٨١	...	...	٨٣	...	...	٨٤	...	...	٦٧٠٠
٦٨٠٠	٨١	...	...	٨٢	...	...	٨٤	...	...	٨٥	...	...	٦٨٠٠
٦٩٠٠	٨٢	...	...	٨٣	...	...	٨٥	...	...	٨٦	...	...	٦٩٠٠
٧٠٠٠	٨٣	...	...	٨٤	...	...	٨٦	...	...	٨٧	...	...	٧٠٠٠
٧١٠٠	٨٤	...	...	٨٥	...	...	٨٧	...	...	٨٨	...	...	٧١٠٠
٧٢٠٠	٨٥	...	...	٨٦	...	...	٨٨	...	...	٨٩	...	...	٧٢٠٠
٧٣٠٠	٨٦	...	...	٨٧	...	...	٨٩	...	...	٩٠	...	...	٧٣٠٠
٧٤٠٠	٨٧	...	...	٨٨	...	...	٩٠	...	...	٩١	...	...	٧٤٠٠
٧٥٠٠	٨٨	...	...	٨٩	...	...	٩١	...	...	٩٢	...	...	٧٥٠٠
٧٦٠٠	٨٩	...	...	٩٠	...	...	٩٢	...	...	٩٣	...	...	٧٦٠٠
٧٧٠٠	٩٠	...	...	٩١	...	...	٩٣	...	...	٩٤	...	...	٧٧٠٠
٧٨٠٠	٩١	...	...	٩٢	...	...	٩٤	...	...	٩٥	...	...	٧٨٠٠
٧٩٠٠	٩٢	...	...	٩٣	...	...	٩٥	...	...	٩٦	...	...	٧٩٠٠
٨٠٠٠	٩٣	...	...	٩٤	...	...	٩٦	...	...	٩٧	...	...	٨٠٠٠
٨١٠٠	٩٤	...	...	٩٥	...	...	٩٧	...	...	٩٨	...	...	٨١٠٠
٨٢٠٠	٩٥	...	...	٩٦	...	...	٩٨	...	...	٩٩	...	...	٨٢٠٠
٨٣٠٠	٩٦	...	...	٩٧	...	...	٩٩	...	...	١٠٠	...	...	٨٣٠٠
٨٤٠٠	٩٧	...	...	٩٨	...	...	١٠٠	...	...	...	...	...	٨٤٠٠
٨٥٠٠	٩٨	...	...	٩٩	...	...	١٠١	...	...	...	...	...	٨٥٠٠
٨٦٠٠	٩٩	...	...	١٠٠	...	...	١٠٢	...	...	...	...	...	٨٦٠٠
٨٧٠٠	١٠٠	...	...	١٠١	...	...	١٠٣	...	...	...	...	...	٨٧٠٠
٨٨٠٠	١٠١	...	...	١٠٢	...	...	١٠٤	...	...	...	...	...	٨٨٠٠
٨٩٠٠	١٠٢	...	...	١٠٣	...	...	١٠٥	...	...	...	...	...	٨٩٠٠
٩٠٠٠	١٠٣	...	...	١٠٤	...	...	١٠٦	...	...	...	...	...	٩٠٠٠
٩١٠٠	١٠٤	...	...	١٠٥	...	...	١٠٧	...	...	...	...	...	٩١٠٠
٩٢٠٠	١٠٥	...	...	١٠٦	...	...	١٠٨	...	...	...	...	...	٩٢٠٠
٩٣٠٠	١٠٦	...	...	١٠٧	...	...	١٠٩	...	...	...	...	...	٩٣٠٠
٩٤٠٠	١٠٧	...	...	١٠٨	...	...	١١٠	...	...	...	...	...	٩٤٠٠
٩٥٠٠	١٠٨	...	...	١٠٩	...	...	١١١	...	...	...	...	...	٩٥٠٠
٩٦٠٠	١٠٩	...	...	١١٠	...	...	١١٢	...	...	...	...	...	٩٦٠٠
٩٧٠٠	١١٠	...	...	١١١	...	...	١١٣	...	...	...	...	...	٩٧٠٠
٩٨٠٠	١١١	...	...	١١٢	...	...	١١٤	...	...	...	...	...	٩٨٠٠
٩٩٠٠	١١٢	...	...	١١٣	...	...	١١٥	...	...	...	...	...	٩٩٠٠
١٠٠٠٠	١١٣	...	...	١١٤	...	...	١١٦	...	...	...	...	...	١٠٠٠٠
١٠١٠٠	١١٤	...	...	١١٥	...	...	١١٧	...	...	...	...	...	١٠١٠٠
١٠٢٠٠	١١٥	...	...	١١٦	...	...	١١٨	...	...	...	...	...	١٠٢٠٠
١٠٣٠٠	١١٦	...	...	١١٧	...	...	١١٩	...	...	...	...	...	١٠٣٠٠
١٠٤٠٠	١١٧	...	...	١١٨	...	...	١٢٠	...	...	...	...	...	١٠٤٠٠
١٠٥٠٠	١١٨	...	...	١١٩	...	...	١٢١	...	...	...	...	...	١٠٥٠٠
١٠٦٠٠	١١٩	...	...	١٢٠	...	...	١٢٢	...	...	...	...	...	١٠٦٠٠
١٠٧٠٠	١٢٠	...	...	١٢١	...	...	١٢٣	...	...	...	...	...	١٠٧٠٠
١٠٨٠٠	١٢١	...	...	١٢٢	...	...	١٢٤	...	...	...	...	...	١٠٨٠٠
١٠٩٠٠	١٢٢	...	...	١٢٣	...	...	١٢٥	...	...	...	...	...	١٠٩٠٠
١١٠٠٠	١٢٣	...	...	١٢٤	...	...	١٢٦	...	...	...	...	...	١١٠٠٠
١١١٠٠	١٢٤	...	...	١٢٥	...	...	١٢٧	...	...	...	...	...	١١١٠٠
١١٢٠٠	١٢٥	...	...	١٢٦	...	...	١٢٨	...	...	...	...	...	١١٢٠٠
١١٣٠٠	١٢٦	...	...	١٢٧	...	...	١٢٩	...	...	...	...	...	١١٣٠٠
١١٤٠٠	١٢٧	...	...	١٢٨	...	...	١٣٠						



(7)

ج۔ دول

تفدين بواسطة الجنائز والعقل

[illegible]



جدول

تفدين بواسطة الجنائز والعقل

[illegible]





## جدول

تفـدين بواسطـة المجـازير والعـقل

[illegible]



تفدين بواسطة الجنائز والعقل

جذير	جذير	جذير	جذير	جذير	جذير	جذير	جذير	جذير	جذير	جذير	جذير
٣,٥٠	٣,٤٥	٣,٤٠	٣,٣٥	٣,٣٠	٣,٢٥	٣,٢٠	٣,١٥	٣,١٠	٣,٠٥	٣,٠٠	٢,٩٥
٢٤	٨	٩	١٥	٨	٦	١٧	٨	٣	٢٠	٨	٢٣
٢٥	٨	١٨	..	٨	١٥	..	٨	٩	..	٨	٦
٢٦	٩	٢	١٠	٨	٢٣	٧	٨	٢٠	٤	٨	١٧
٢٧	٩	١٠	١٩	٩	٧	١٢	٩	٤	٨	٩	١
٢٨	٩	١٩	٥	٩	١٥	٢٠	٩	١٢	١٢	٩	٣
٢٩	١٠	٣	١٥	١٠	..	٢	٩	٢٠	١٦	٩	١٧
٣٠	١٠	١٢	..	١٠	٨	١٠	٤	١٩	١٠	١	٥
٣١	١٠	٢٠	١٠	١٠	١٦	١٦	١٠	١٢	٢٣	١٠	٩
٣٢	١١	٤	١٩	١١	..	٢٣	١٠	٢١	٣	١٠	١٧
٣٣	١١	١٢	٥	١١	٩	٦	١١	٥	٧	١١	١
٣٤	١١	٢١	١٥	١١	١٧	١٣	١١	١٣	١١	١٠	٩
٣٥	١٢	٦	..	١٢	١	١٩	١١	٢١	١٤	١١	١٧
٣٦	١٢	١٤	١٠	١٢	١٠	٢	١٢	٥	١٨	١٢	١
٣٧	١٢	٢٢	١٩	١٢	١٨	٩	١٢	١٣	٢٢	١٢	٩
٣٨	١٣	٧	٥	١٣	٢	١٥	١٢	٢٢	٢	١٢	١٧
٣٩	١٣	١٥	١٥	١٣	١٠	٢٢	١٣	٦	٦	١٣	١
٤٠	١٤	..	..	١٣	١٩	٥	١٣	١٤	١٠	١٣	٩
٤١	١٤	٨	١٠	١٤	٣	١١	١٣	٢٢	١٤	١٣	١٧
٤٢	١٤	١٦	١٩	١٤	١١	١٩	١٤	٦	١٨	١٤	١
٤٣	١٥	١	٥	١٤	٢٠	١	١٤	١٤	٢٢	١٤	٩
٤٤	١٥	٩	١٥	١٥	٤	٧	١٤	٢٢	٢	١٤	١٧
٤٥	١٥	١٨	..	١٥	١٢	١٥	١٥	٧	٤	١٥	١
٤٦	١٦	٢	١٠	١٥	٢١	١٥	١٥	٨	١٥	١٥	٩
٤٧	١٦	١٠	١٩	١٦	٥	٤	١٥	٢٢	١٢	١٥	١٧
٤٨	١٦	١٩	٥	١٦	١٣	١١	١٦	٧	١٦	١٦	١
٤٩	١٧	٣	١٥	١٦	٢١	١٧	١٦	١٥	٢٠	١٦	١٧
٥٠	١٧	١٢	..	١٧	٦	..	١٧	..	..	١٦	١٨
٥١	١٧	٢٠	١٠	١٧	١٤	٧	١٧	٨	٤	١٧	٢
٥٢	١٨	٤	١٩	١٧	٢٢	١٣	١٧	١٦	٨	١٧	١٠
٥٣	١٨	١٢	٥	١٨	٦	٢٠	١٨	..	١٢	١٧	١٨
٥٤	١٨	٢١	١٥	١٨	١٥	٢	١٨	٨	١٦	١٨	٢
٥٥	١٩	٦	..	١٨	٢٣	١٠	١٨	١٦	١٩	١٨	١٠

## جـ دـ لـ

تفـ دـ نـ بـ واسـ طـة الجـ نـ اـ زـ يـ رـ وـ العـ قـ لـ

جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ																				
٤٠	٣٩٥	٣٩٠	٣٨٥	٣٨٠	٣٧٥	٣٧٠	٣٦٥	٣٦٠	٣٥٥	٣٥٠	٣٤٥																				
س	ط	فـ دـ نـ	س	ط	فـ دـ نـ	س	ط	فـ دـ نـ	س	ط	فـ دـ نـ																				
٢٤	٩	١٤	١٠	٩	١١	١٣	٩	٨	١٦	٩	٥	١٨	٩	٢	٢٢	٩	٠	٠	٨	٢١	٣	٨	١٨	٦	٨	١٥	٨	٨	١٢	١٢	٢٤
٢٥	١٠	٠	٠	٩	٢١	٠	٩	١٨	٠	٩	١٥	٠	٩	١٢	٠	٩	٩	٠	٩	٦	٠	٩	٣	٠	٩	٠	٠	٨	٢١	٠	٢٥
٢٦	١٠	٩	١٥	١٠	٦	١١	١٠	٣	٨	١٠	٠	٦	٩	٢١	٢	٩	١٨	٠	٩	١٤	٢٢	٩	١١	١٨	٩	٨	١٦	٩	٥	١٢	٢٦
٢٧	١٠	١٩	٥	١٠	١٥	٢٣	١٠	١٢	١٧	١٠	٩	١٢	١٠	٦	٦	١٠	٣	٠	٩	٢٣	١٨	٩	٢٠	١٢	٩	١٧	٧	٩	٢	٢	٢٧
٢٨	١١	٤	١٩	١١	١	١١	١٠	٢٢	٢	١٠	١٨	١٨	١٠	١٥	٨	١٠	١٢	٠	١٠	٨	١٦	١٠	٥	٧	١٠	١	٢٢	٩	٢٢	١٤	٢٨
٢٩	١١	١٤	١٠	١١	١٠	٢٢	١١	٧	١١	١١	٣	٢٣	١١	٠	١٢	١٠	٢١	٠	١٠	١٧	١٢	١٠	١٤	٢	١٠	١٠	١٤	١٠	٧	٢	٢٩
٣٠	١٢	٠	٠	١١	٢٠	١٠	١١	١٦	١٩	١١	١٣	٤	١١	٩	١٤	١١	٦	٠	١١	٢	١٠	١٠	٢٢	١٩	١٠	١٩	٤	١٠	١٥	١٤	٣٠
٣١	١٢	٩	١٥	١٢	٥	٢١	١٢	٢	٤	١٢	٢٢	١٠	١١	١٨	١٨	١١	١٥	٠	١١	١١	٧	١١	٧	١٢	١١	٣	٢٠	١١	٠	٣	٣١
٣٢	١٢	١٩	٥	١٢	١٥	٩	١٢	١١	١٣	١٢	٧	١٦	١٢	٣	٢٠	١٢	٠	٠	١١	٢٠	٤	١١	١٦	٨	١١	١٢	١٢	١١	٨	١٦	٣٢
٣٣	١٣	٤	١٩	١٣	٠	٢٠	١٢	٢٠	٢١	١٢	١٦	٢٢	١٢	١٢	٢٣	١٢	٩	٠	١٢	٥	٢	١٢	١	٢	١١	٢١	٣	١١	١٠	٤	٣٣
٣٤	١٣	١٤	١٠	١٣	١٠	٧	١٣	٦	٦	١٣	٢	٤	١٢	٢٢	٢	١٢	١٨	٠	١٢	١٣	٢٢	١٢	٩	٢٠	١٢	٥	١٨	١٢	١	١٦	٣٤
٣٥	١٤	٠	٠	١٣	١٩	١٩	١٣	١٥	١٥	١٣	١١	١٠	١٣	٧	٤	١٣	٣	٠	١٢	٢٢	١٩	١٢	١٨	١٤	١٢	١٤	١٠	١٢	١٠	٤	٣٥
٣٦	١٤	٩	١٥	١٤	٥	٧	١٤	٠	٢٣	١٣	٢٠	١٦	١٣	١٦	٨	١٣	١٢	٠	١٣	٧	١٦	١٣	٣	٨	١٢	٢٣	٤	١٢	١٨	١٨	٣٦
٣٧	١٤	١٩	٥	١٤	١٤	١٩	١٤	١٠	٧	١٤	٥	٢٢	١٤	١	١٠	١٣	٢١	٠	١٣	١٦	١٤	١٣	١٢	٣	١٣	٧	٢٢	١٣	٣	٦	٣٧
٣٨	١٥	٤	١٩	١٥	٠	٦	١٤	١٩	١٦	١٤	١٥	٢	١٤	١٠	١٤	١٤	٦	٠	١٤	١	١٠	١٣	٢٠	٢٢	١٣	١٦	٨	١٣	١١	١٨	٣٨
٣٩	١٥	١٤	١٠	١٥	٩	١٧	١٥	٥	١	١٥	٠	٨	١٤	١٩	١٦	١٤	١٥	٠	١٤	١٠	٨	١٤	٥	١٦	١٤	٠	٢٣	١٣	٢٠	٧	٣٩
٤٠	١٦	٠	٠	١٥	١٩	٥	١٥	١٤	١٠	١٥	٩	١٤	١٥	٤	١٩	١٥	٠	٠	١٤	١٩	٤	١٤	١٤	١٠	١٤	٩	١٤	١١	٤	١٩	٤٠
٤١	١٦	٩	١٥	١٦	٤	١٦	١٥	٢٣	١٩	١٥	١٨	٢٠	١٥	١٣	٢٢	١٥	٩	٠	١٥	٤	٢	١٤	٢٣	٤	١٤	١٨	٦	١٤	١٣	٨	٤١
٤٢	١٦	١٩	٥	١٦	١٤	٤	١٦	٩	٣	١٦	٤	٢	١٥	٢٣	١	١٥	١٨	٠	١٥	١٢	٢٣	١٥	٧	٢٢	١٥	٢	٢٢	١٤	٢١	٢٠	٤٢
٤٣	١٧	٤	١٩	١٦	٢٣	١٥	١٦	١٨	١١	١٦	١٣	٨	١٦	٨	٤	١٦	٣	٠	١٥	٢١	٢٠	١٥	١٦	١٦	١٥	١١	١٢	١٥	٦	٨	٤٣
٤٤	١٧	١٤	١٠	١٧	٩	٣	١٧	٣	٢٠	١٦	٢٢	١٤	١٦	١٧	٧	١٦	١٢	٠	١٦	٦	١٨	١٦	١	١٠	١٥	٢٠	٤	١٥	١٤	٢٢	٤٤
٤٥	١٨	٠	٠	١٧	١٨	١٥	١٧	١٣	٥	١٧	٧	١٩	١٧	٢	١٠	١٦	٢١	٠	١٦	١٥	١٤	١٦	١٠	٤	١٦	٤	١٩	١٥	٢٣	١٠	٤٥
٤٦	١٨	٩	١٥	١٨	٤	٢	١٧	٢٢	١٣	١٧	١٧	٢	١٧	١١	١٣	١٧	٦	٠	١٧	٠	١٢	١٦	١٨	٢٣	١٦	١٣	١٠	١٦	٧	٢٢	٤٦
٤٧	١٨	١٩	٥	١٨	١٣	١٣	١٨	٧	٢٢	١٨	٢	٧	١٧	٢٠	١٦	١٧	١٥	٠	١٧	٩	٨	١٧	٣	١٨	١٦	٢٢	٢	١٦	١٦	١٠	٤٧
٤٨	١٩	٤	١٩	١٨	٢٣	١	١٨	١٧	٧	١٨	١١	١٢	١٨	٥	١٨	١٨	٠	٠	١٧	١٨	٦	١٧	١٢	١٢	١٧	٦	١٨	١٧	٠	٢٣	٤٨
٤٩	١٩	١٤	١٠	١٩	٨	١٣	١٩	٢	١٥	١٨	٢٠	١٨	١٨	١٤	٢٢	١٨	٩	٠	١٨	٣	٣	١٧	٢١	٦	١٧	١٥	٨	١٧	٩	١٢	٤٩
٥٠	٢٠	٠	٠	١٩	١٨	٠	١٩	١٢	٠	١٩	٦	٠	١٩	٠	٠	١٨	١٨	٠	١٨	١٢	٠	١٨	٦	٠	١٨	٠	٠	١٧	١٨	٠	٥٠
٥١	٢٠	٩	١٥	٢٠	٣	١١	١٩	٢١	٩	١٩	١٥	٦	١٩	٩	٣	١٩	٣	٠	١٨	٢٠	٢٢	١٨	١٤	١٨	١٨	٨	١٦	١٨	٢	١٢	٥١
٥٢	٢٠	١٩	٥	٢٠	١٢	٢٣	٢٠	٦	١٧	٢٠	٠	١٢	١٩	١٨	٦	١٩	١٢	٠	١٩	٥	١٨	١٨	٢٣	١٢	١٨	١٧	٧	١٨	١١	٢	٥٢
٥٣	٢١	٤	١٩	٢٠	٢٢	١١	٢٠	١٦	٢	٢٠	٩	١٨	٢٠	٣	٨	١٩	٢١	٠	١٩	١٤	١٦	١٩	٨	٧	١٩	١	٢٢	١٨	١٩	١٤	٥٣
٥٤	٢١	١٤	١٠	٢١	٧	٢٢	٢١	١	١١	٢٠	١٨	٢٣	٢٠	١٢	١٢	٢٠	٦	٠	١٩	٢٣	١٢	١٩	١٧	٢	١٩	١٠	١٤	١٩	٤	٢	٥٤
٥٥	٢٢	٠	٠	٢١	١٧	١٠	٢١	١٠	١٩	٢١	٤	٤	٢٠	٢١	١٤	٢٠	١٥	٠	٢٠	٨	١٠	٢٠	٦	١٩	١٩	٤	١٩	١٢	١٢	١٢	٥٥
جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ	جـ نـ زـ يـ رـ																				
٤٠	٣٩٥	٣٩٠	٣٨٥	٣٨٠	٣٧٥	٣٧٠	٣٦٥	٣٦٠	٣٥٥	٣٥٠	٣٤٥																				







## جدول

تفدين بواسطة الجنازير والعقل

ب	جـ	جـ	جـ	جـ	جـ	جـ	جـ	جـ	جـ	ب		
٠١	٠	٤٩٥	٤٩٠	٤٨٥	٤٨٠	٤٧٥	٤٧٠	٤٦٥	٤٦٠	٤٥٥	٠٢	
س	ط	ف	س	ط	ف	س	ط	ف	س	ط	ف	
١٠	١	٥	١	٤	١	٤	١	٣	١	٣	١	٢
٢٠	٢	١٠	٢	٩	٢	٨	٢	٧	٢	٦	٢	٥
٣٠	٣	١٥	٣	١٣	٣	١٢	٣	١١	٣	١٠	٣	٩
٤٠	٤	١٩	٤	١٨	٤	١٧	٤	١٦	٤	١٥	٤	١٤
٥٠	٥	٢٣	٥	٢٢	٥	٢١	٥	٢٠	٥	١٩	٥	١٨
٦٠	٦	٢٧	٦	٢٦	٦	٢٥	٦	٢٤	٦	٢٣	٦	٢٢
٧٠	٧	٣١	٧	٣٠	٧	٢٩	٧	٢٨	٧	٢٧	٧	٢٦
٨٠	٨	٣٥	٨	٣٤	٨	٣٣	٨	٣٢	٨	٣١	٨	٣٠
٩٠	٩	٣٩	٩	٣٨	٩	٣٧	٩	٣٦	٩	٣٥	٩	٣٤
١٠٠	١٠	٤٣	١٠	٤٢	١٠	٤١	١٠	٤٠	١٠	٣٩	١٠	٣٨
١١٠	١١	٤٧	١١	٤٦	١١	٤٥	١١	٤٤	١١	٤٣	١١	٤٢
١٢٠	١٢	٥١	١٢	٥٠	١٢	٤٩	١٢	٤٨	١٢	٤٧	١٢	٤٦
١٣٠	١٣	٥٥	١٣	٥٤	١٣	٥٣	١٣	٥٢	١٣	٥١	١٣	٥٠
١٤٠	١٤	٥٩	١٤	٥٨	١٤	٥٧	١٤	٥٦	١٤	٥٥	١٤	٥٤
١٥٠	١٥	٦٣	١٥	٦٢	١٥	٦١	١٥	٦٠	١٥	٥٩	١٥	٥٨
١٦٠	١٦	٦٧	١٦	٦٦	١٦	٦٥	١٦	٦٤	١٦	٦٣	١٦	٦٢
١٧٠	١٧	٧١	١٧	٧٠	١٧	٦٩	١٧	٦٨	١٧	٦٧	١٧	٦٦
١٨٠	١٨	٧٥	١٨	٧٤	١٨	٧٣	١٨	٧٢	١٨	٧١	١٨	٧٠
١٩٠	١٩	٧٩	١٩	٧٨	١٩	٧٧	١٩	٧٦	١٩	٧٥	١٩	٧٤
٢٠٠	٢٠	٨٣	٢٠	٨٢	٢٠	٨١	٢٠	٨٠	٢٠	٧٩	٢٠	٧٨
٢١٠	٢١	٨٧	٢١	٨٦	٢١	٨٥	٢١	٨٤	٢١	٨٣	٢١	٨٢
٢٢٠	٢٢	٩١	٢٢	٩٠	٢٢	٨٩	٢٢	٨٨	٢٢	٨٧	٢٢	٨٦
٢٣٠	٢٣	٩٥	٢٣	٩٤	٢٣	٩٣	٢٣	٩٢	٢٣	٩١	٢٣	٩٠
٢٤٠	٢٤	٩٩	٢٤	٩٨	٢٤	٩٧	٢٤	٩٦	٢٤	٩٥	٢٤	٩٤
٢٥٠	٢٥	١٠٣	٢٥	١٠٢	٢٥	١٠١	٢٥	١٠٠	٢٥	٩٩	٢٥	٩٨
٢٦٠	٢٦	١٠٧	٢٦	١٠٦	٢٦	١٠٥	٢٦	١٠٤	٢٦	١٠٣	٢٦	١٠٢
٢٧٠	٢٧	١١١	٢٧	١١٠	٢٧	١٠٩	٢٧	١٠٨	٢٧	١٠٧	٢٧	١٠٦
٢٨٠	٢٨	١١٥	٢٨	١١٤	٢٨	١١٣	٢٨	١١٢	٢٨	١١١	٢٨	١١٠
٢٩٠	٢٩	١١٩	٢٩	١١٨	٢٩	١١٧	٢٩	١١٦	٢٩	١١٥	٢٩	١١٤
٣٠٠	٣٠	١٢٣	٣٠	١٢٢	٣٠	١٢١	٣٠	١٢٠	٣٠	١١٩	٣٠	١١٨
٣١٠	٣١	١٢٧	٣١	١٢٦	٣١	١٢٥	٣١	١٢٤	٣١	١٢٣	٣١	١٢٢
٣٢٠	٣٢	١٣١	٣٢	١٣٠	٣٢	١٢٩	٣٢	١٢٨	٣٢	١٢٧	٣٢	١٢٦
٣٣٠	٣٣	١٣٥	٣٣	١٣٤	٣٣	١٣٣	٣٣	١٣٢	٣٣	١٣١	٣٣	١٣٠
٣٤٠	٣٤	١٣٩	٣٤	١٣٨	٣٤	١٣٧	٣٤	١٣٦	٣٤	١٣٥	٣٤	١٣٤
٣٥٠	٣٥	١٤٣	٣٥	١٤٢	٣٥	١٤١	٣٥	١٤٠	٣٥	١٣٩	٣٥	١٣٨
٣٦٠	٣٦	١٤٧	٣٦	١٤٦	٣٦	١٤٥	٣٦	١٤٤	٣٦	١٤٣	٣٦	١٤٢
٣٧٠	٣٧	١٥١	٣٧	١٥٠	٣٧	١٤٩	٣٧	١٤٨	٣٧	١٤٧	٣٧	١٤٦
٣٨٠	٣٨	١٥٥	٣٨	١٥٤	٣٨	١٥٣	٣٨	١٥٢	٣٨	١٥١	٣٨	١٥٠
٣٩٠	٣٩	١٥٩	٣٩	١٥٨	٣٩	١٥٧	٣٩	١٥٦	٣٩	١٥٥	٣٩	١٥٤
٤٠٠	٤٠	١٦٣	٤٠	١٦٢	٤٠	١٦١	٤٠	١٦٠	٤٠	١٥٩	٤٠	١٥٨
٤١٠	٤١	١٦٧	٤١	١٦٦	٤١	١٦٥	٤١	١٦٤	٤١	١٦٣	٤١	١٦٢
٤٢٠	٤٢	١٧١	٤٢	١٧٠	٤٢	١٦٩	٤٢	١٦٨	٤٢	١٦٧	٤٢	١٦٦
٤٣٠	٤٣	١٧٥	٤٣	١٧٤	٤٣	١٧٣	٤٣	١٧٢	٤٣	١٧١	٤٣	١٧٠
٤٤٠	٤٤	١٧٩	٤٤	١٧٨	٤٤	١٧٧	٤٤	١٧٦	٤٤	١٧٥	٤٤	١٧٤
٤٥٠	٤٥	١٨٣	٤٥	١٨٢	٤٥	١٨١	٤٥	١٨٠	٤٥	١٧٩	٤٥	١٨٨
٤٦٠	٤٦	١٨٧	٤٦	١٨٦	٤٦	١٨٥	٤٦	١٨٤	٤٦	١٨٣	٤٦	١٨٢
٤٧٠	٤٧	١٩١	٤٧	١٩٠	٤٧	١٨٩	٤٧	١٨٨	٤٧	١٨٧	٤٧	١٨٦
٤٨٠	٤٨	١٩٥	٤٨	١٩٤	٤٨	١٩٣	٤٨	١٩٢	٤٨	١٩١	٤٨	١٩٠
٤٩٠	٤٩	١٩٩	٤٩	١٩٨	٤٩	١٩٧	٤٩	١٩٦	٤٩	١٩٥	٤٩	١٩٤
٥٠٠	٥٠	٢٠٣	٥٠	٢٠٢	٥٠	٢٠١	٥٠	٢٠٠	٥٠	١٩٩	٥٠	١٩٨
٥١٠	٥١	٢٠٧	٥١	٢٠٦	٥١	٢٠٥	٥١	٢٠٤	٥١	٢٠٣	٥١	٢٠٢
٥٢٠	٥٢	٢١١	٥٢	٢١٠	٥٢	٢٠٩	٥٢	٢٠٨	٥٢	٢٠٧	٥٢	٢٠٦
٥٣٠	٥٣	٢١٥	٥٣	٢١٤	٥٣	٢١٣	٥٣	٢١٢	٥٣	٢١١	٥٣	٢١٠
٥٤٠	٥٤	٢١٩	٥٤	٢١٨	٥٤	٢١٧	٥٤	٢١٦	٥٤	٢١٥	٥٤	٢١٤
٥٥٠	٥٥	٢٢٣	٥٥	٢٢٢	٥٥	٢٢١	٥٥	٢٢٠	٥٥	٢١٩	٥٥	٢١٨
٥٦٠	٥٦	٢٢٧	٥٦	٢٢٦	٥٦	٢٢٥	٥٦	٢٢٤	٥٦	٢٢٣	٥٦	٢٢٢
٥٧٠	٥٧	٢٣١	٥٧	٢٣٠	٥٧	٢٢٩	٥٧	٢٢٨	٥٧	٢٢٧	٥٧	٢٢٦
٥٨٠	٥٨	٢٣٥	٥٨	٢٣٤	٥٨	٢٣٣	٥٨	٢٣٢	٥٨	٢٣١	٥٨	٢٣٠
٥٩٠	٥٩	٢٣٩	٥٩	٢٣٨	٥٩	٢٣٧	٥٩	٢٣٦	٥٩	٢٣٥	٥٩	٢٣٤
٦٠٠	٦٠	٢٤٣	٦٠	٢٤٢	٦٠	٢٤١	٦٠	٢٤٠	٦٠	٢٣٩	٦٠	٢٣٨
٦١٠	٦١	٢٤٧	٦١	٢٤٦	٦١	٢٤٥	٦١	٢٤٤	٦١	٢٤٣	٦١	٢٤٢
٦٢٠	٦٢	٢٥١	٦٢	٢٥٠	٦٢	٢٤٩	٦٢	٢٤٨	٦٢	٢٤٧	٦٢	٢٤٦
٦٣٠	٦٣	٢٥٥	٦٣	٢٥٤	٦٣	٢٥٣	٦٣	٢٥٢	٦٣	٢٥١	٦٣	٢٥٠
٦٤٠	٦٤	٢٥٩	٦٤	٢٥٨	٦٤	٢٥٧	٦٤	٢٥٦	٦٤	٢٥٥	٦٤	٢٥٤
٦٥٠	٦٥	٢٦٣	٦٥	٢٦٢	٦٥	٢٦١	٦٥	٢٦٠	٦٥	٢٥٩	٦٥	٢٥٨
٦٦٠	٦٦	٢٦٧	٦٦	٢٦٦	٦٦	٢٦٥	٦٦	٢٦٤	٦٦	٢٦٣	٦٦	٢٦٢
٦٧٠	٦٧	٢٧١	٦٧	٢٧٠	٦٧	٢٦٩	٦٧	٢٦٨	٦٧	٢٦٧	٦٧	٢٦٦
٦٨٠	٦٨	٢٧٥	٦٨	٢٧٤	٦٨	٢٧٣	٦٨	٢٧٢	٦٨	٢٧١	٦٨	٢٧٠
٦٩٠	٦٩	٢٧٩	٦٩	٢٧٨	٦٩	٢٧٧	٦٩	٢٧٦	٦٩	٢٧٥	٦٩	٢٧٤
٧٠٠	٧٠	٢٨٣	٧٠	٢٨٢	٧٠	٢٨١	٧٠	٢٨٠	٧٠	٢٧٩	٧٠	٢٨٨
٧١٠	٧١	٢٨٧	٧١	٢٨٦	٧١	٢٨٥	٧١	٢٨٤	٧١	٢٨٣	٧١	٢٨٢
٧٢٠	٧٢	٢٩١	٧٢	٢٩٠	٧٢	٢٨٩	٧٢	٢٨٨	٧٢	٢٨٧	٧٢	٢٨٦
٧٣٠	٧٣	٢٩٥	٧٣	٢٩٤	٧٣	٢٩٣	٧٣	٢٩٢	٧٣	٢٩١	٧٣	٢٩٠
٧٤٠	٧٤	٢٩٩	٧٤	٢٩٨	٧٤	٢٩٧	٧٤	٢٩٦	٧٤	٢٩٥	٧٤	٢٩٤
٧٥٠	٧٥	٣٠٣	٧٥	٣٠٢	٧٥	٣٠١	٧٥	٣٠٠	٧٥	٢٩٩	٧٥	٣٠٨
٧٦٠	٧٦	٣٠٧	٧٦	٣٠٦	٧٦	٣٠٥	٧٦	٣٠٤	٧٦	٣٠٣	٧٦	٣٠٢
٧٧٠	٧٧	٣١١	٧٧	٣١٠	٧٧	٣٠٩	٧٧	٣٠٨	٧٧	٣٠٧	٧٧	٣٠٦
٧٨٠	٧٨	٣١٥	٧٨	٣١٤	٧٨	٣١٣	٧٨	٣١٢	٧٨	٣١١	٧٨	٣١٠
٧٩٠	٧٩	٣١٩	٧٩	٣١٨	٧٩	٣١٧	٧٩	٣١٦	٧٩	٣١٥	٧٩	٣١٤
٨٠٠	٨٠	٣٢٣	٨٠	٣٢٢	٨٠	٣٢١	٨٠	٣٢٠	٨٠	٣١٩	٨٠	٣١٨
٨١٠	٨١	٣٢٧	٨١	٣٢٦	٨١	٣٢٥	٨١	٣٢٤	٨١	٣٢٣	٨١	٣٢٢
٨٢٠	٨٢	٣٣١	٨٢	٣٣٠	٨٢	٣٢٩	٨٢	٣٢٨	٨٢	٣٢٧	٨٢	٣٢٦
٨٣٠	٨٣	٣٣٥	٨٣	٣٣٤	٨٣	٣٣٣	٨٣	٣٣٢	٨٣	٣٣١	٨٣	٣٣٠
٨٤٠	٨٤	٣٣٩	٨٤	٣٣٨	٨٤	٣٣٧	٨٤	٣٣٦	٨٤	٣٣٥	٨٤	٣٣٤
٨٥٠	٨٥	٣٤٣	٨٥	٣٤٢	٨٥	٣٤١	٨٥	٣٤٠	٨٥	٣٣٩	٨٥	٣٣٨
٨٦٠	٨٦	٣٤٧	٨٦	٣٤٦	٨٦	٣٤٥	٨٦	٣٤٤	٨٦	٣٤٣	٨٦	٣٤٢
٨٧٠	٨٧	٣٥١	٨٧	٣٥٠	٨٧	٣٤٩	٨٧	٣٤٨	٨٧	٣٤٧	٨٧	٣٤٦
٨٨٠	٨٨	٣٥٥	٨٨	٣٥٤	٨٨	٣٥٣	٨٨	٣٥٢	٨٨	٣٥١	٨٨	٣٥٠
٨٩٠	٨٩	٣٥٩	٨٩	٣٥٨	٨٩	٣٥٧	٨٩	٣٥٦	٨٩	٣٥٥	٨٩	٣٥٤
٩٠٠	٩٠	٣٦٣	٩٠	٣٦٢	٩٠	٣٦١	٩٠	٣٦٠	٩٠	٣٥٩	٩٠	٣٥٨
٩١٠	٩١	٣٦٧	٩١									





## جدول

تفدين بواسطة الجنازير والمقل

جنازير	جنازير	جنازير	جنازير	جنازير	جنازير	جنازير	جنازير	جنازير	جنازير	جنازير	جنازير
٤,٥٥	٤,٦٠	٤,٦٥	٤,٧٠	٤,٧٥	٤,٨٠	٤,٨٥	٤,٩٠	٤,٩٥	٥	٥	٥
س	ط	فدن	س	ط	فدن	س	ط	فدن	س	ط	فدن
٢٤	٢٢	١٠	٢٣	١١	٢٠	١١	١٧	٦	١١	١٥	٩
٢٥	١٩	١١	١٢	١١	١٥	١١	١٨	١١	١١	١٢	١١
٢٦	١٩	١١	٢٣	١١	٢٣	١١	١٧	١٩	١٢	١٤	١٥
٢٧	٢٠	١٢	٢٣	١٢	١٣	١٢	١٧	١٩	١٢	١٤	١٥
٢٨	١٧	١٩	٢١	١٢	٢٠	١٣	١٧	١٩	١٢	١٤	١٥
٢٩	١٦	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٣٠	١٥	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٣١	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٣٢	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٣٣	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٣٤	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٣٥	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٣٦	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٣٧	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٣٨	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٣٩	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٤٠	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٤١	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٤٢	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٤٣	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٤٤	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٤٥	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٤٦	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٤٧	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٤٨	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٤٩	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٥٠	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٥١	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٥٢	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٥٣	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٥٤	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٥٥	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣
٥٥	١٣	١٤	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣	١٣





### جدول صحيفة ٢٤

تفدين مسطح الجنازير والعقل باعتبار الفدان عشرة جنازير مربعة أعنى طول الجنزير يساوى ٢٠,٤٩٥٨ والمتروك أقل من واحد من عشرة آلاف من الجنزير

### مثال للمعل

إذا كان المطلوب معرفة فدان قطعة رباعية متوسط ارتفاعها ثلاثة جنازير وخمسة وتسعين عقلة وفطرها ثمانية وعشرون جنازيرا وستون عقلة يكون العمل هكذا

$$١١,٢٩٧ = ٢٨,٦٠ \times ٣,٩٥$$

فالعدد الصحيح يكون هو مقدار الفدان وأما ٢,٩٧ فتؤخذ من الجدول المذكور وحيث وجد بين ٢,٩٥ و ٢,٩٩ المقابلين إلى  $\frac{٣}{٤}$  و  $\frac{٣}{٥}$  فيأخذ  $\frac{٣}{٥}$  وأما القيراط فيأخذ سبعة الموجودة على اتجاه الصف الذى وجد فيه الجزء العشارى المذكور وحيث يكون فدان القطعة هو  $\frac{٣}{٥}$  ط فدان ١١ وهو المطلوب

وبهذه الحالة يمكن إيجاد فدان قطعة باضلاع كثيرة بواسطة تقسيمها إلى أشباه منحرفة ومثلثات

## جدول

تقدير مسطح الجنازير والعقل باعتبار الفدان عشرة جنازير

جنازير	٠	٢	٤	٦	٨	١٠	١٢	١٤	١٦	١٨	٢٠	٢٢
٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٣	٠.٠٠٧	٠.٠١٠	٠.٠١٤	٠.٠١٧	٠.٠٢١	٠.٠٢٤	٠.٠٢٨	٠.٠٣١	٠.٠٣٥	٠.٠٣٨
١	٠.٠٤٢	٠.٠٤٥	٠.٠٤٩	٠.٠٥٢	٠.٠٥٦	٠.٠٥٩	٠.٠٦٣	٠.٠٦٦	٠.٠٧٠	٠.٠٧٣	٠.٠٧٧	٠.٠٨٠
٢	٠.٠٨٣	٠.٠٨٦	٠.٠٩٠	٠.٠٩٣	٠.٠٩٧	٠.١٠٠	٠.١٠٤	٠.١٠٧	٠.١١١	٠.١١٤	٠.١١٨	٠.١٢١
٣	٠.١٢٥	٠.١٢٨	٠.١٣٢	٠.١٣٥	٠.١٣٩	٠.١٤٢	٠.١٤٦	٠.١٤٩	٠.١٥٣	٠.١٥٦	٠.١٦٠	٠.١٦٣
٤	٠.١٦٧	٠.١٧٠	٠.١٧٤	٠.١٧٧	٠.١٨١	٠.١٨٤	٠.١٨٨	٠.١٩١	٠.١٩٥	٠.١٩٨	٠.٢٠٢	٠.٢٠٥
٥	٠.٢٠٨	٠.٢١١	٠.٢١٥	٠.٢١٨	٠.٢٢٢	٠.٢٢٥	٠.٢٢٩	٠.٢٣٢	٠.٢٣٦	٠.٢٣٩	٠.٢٤٣	٠.٢٤٦
٦	٠.٢٥٠	٠.٢٥٣	٠.٢٥٧	٠.٢٦٠	٠.٢٦٤	٠.٢٦٧	٠.٢٧١	٠.٢٧٤	٠.٢٧٨	٠.٢٨١	٠.٢٨٥	٠.٢٨٨
٧	٠.٢٩٢	٠.٢٩٥	٠.٢٩٩	٠.٣٠٢	٠.٣٠٦	٠.٣٠٩	٠.٣١٣	٠.٣١٦	٠.٣٢٠	٠.٣٢٣	٠.٣٢٧	٠.٣٣٠
٨	٠.٣٢٣	٠.٣٢٦	٠.٣٣٠	٠.٣٣٤	٠.٣٣٧	٠.٣٤٠	٠.٣٤٣	٠.٣٤٧	٠.٣٥٠	٠.٣٥٤	٠.٣٥٧	٠.٣٦١
٩	٠.٣٧٥	٠.٣٧٨	٠.٣٨٢	٠.٣٨٥	٠.٣٨٩	٠.٣٩٢	٠.٣٩٦	٠.٣٩٩	٠.٤٠٣	٠.٤٠٦	٠.٤١٠	٠.٤١٣
١٠	٠.٤١٧	٠.٤٢٠	٠.٤٢٤	٠.٤٢٧	٠.٤٣١	٠.٤٣٤	٠.٤٣٨	٠.٤٤١	٠.٤٤٥	٠.٤٤٨	٠.٤٥٢	٠.٤٥٥
١١	٠.٤٥٨	٠.٤٦١	٠.٤٦٥	٠.٤٦٨	٠.٤٧٢	٠.٤٧٥	٠.٤٧٩	٠.٤٨٢	٠.٤٨٦	٠.٤٨٩	٠.٤٩٣	٠.٤٩٦
١٢	٠.٥٠٠	٠.٥٠٣	٠.٥٠٧	٠.٥١٠	٠.٥١٤	٠.٥١٧	٠.٥٢١	٠.٥٢٤	٠.٥٢٨	٠.٥٣١	٠.٥٣٥	٠.٥٣٨
١٣	٠.٥٤٢	٠.٥٤٥	٠.٥٤٩	٠.٥٥٢	٠.٥٥٦	٠.٥٥٩	٠.٥٦٣	٠.٥٦٦	٠.٥٧٠	٠.٥٧٣	٠.٥٧٧	٠.٥٨٠
١٤	٠.٥٨٣	٠.٥٨٦	٠.٥٩٠	٠.٥٩٣	٠.٥٩٧	٠.٦٠٠	٠.٦٠٤	٠.٦٠٧	٠.٦١١	٠.٦١٤	٠.٦١٨	٠.٦٢١
١٥	٠.٦٢٥	٠.٦٢٨	٠.٦٣٢	٠.٦٣٥	٠.٦٣٩	٠.٦٤٢	٠.٦٤٦	٠.٦٤٩	٠.٦٥٣	٠.٦٥٦	٠.٦٦٠	٠.٦٦٣
١٦	٠.٦٦٧	٠.٦٧٠	٠.٦٧٤	٠.٦٧٧	٠.٦٨١	٠.٦٨٤	٠.٦٨٨	٠.٦٩١	٠.٦٩٥	٠.٦٩٨	٠.٧٠٢	٠.٧٠٥
١٧	٠.٧٠٨	٠.٧١١	٠.٧١٥	٠.٧١٨	٠.٧٢٢	٠.٧٢٥	٠.٧٢٩	٠.٧٣٢	٠.٧٣٦	٠.٧٣٩	٠.٧٤٣	٠.٧٤٦
١٨	٠.٧٥٠	٠.٧٥٣	٠.٧٥٧	٠.٧٦٠	٠.٧٦٤	٠.٧٦٧	٠.٧٧١	٠.٧٧٤	٠.٧٧٨	٠.٧٨١	٠.٧٨٥	٠.٧٨٨
١٩	٠.٧٩٢	٠.٧٩٥	٠.٧٩٩	٠.٨٠٢	٠.٨٠٦	٠.٨٠٩	٠.٨١٣	٠.٨١٦	٠.٨٢٠	٠.٨٢٣	٠.٨٢٧	٠.٨٣٠
٢٠	٠.٨٢٣	٠.٨٢٦	٠.٨٣٠	٠.٨٣٤	٠.٨٣٧	٠.٨٤٠	٠.٨٤٣	٠.٨٤٧	٠.٨٥٠	٠.٨٥٤	٠.٨٥٧	٠.٨٦١
٢١	٠.٨٧٥	٠.٨٧٨	٠.٨٨٢	٠.٨٨٥	٠.٨٨٩	٠.٨٩٢	٠.٨٩٦	٠.٨٩٩	٠.٩٠٣	٠.٩٠٦	٠.٩١٠	٠.٩١٣
٢٢	٠.٩١٧	٠.٩٢٠	٠.٩٢٤	٠.٩٢٧	٠.٩٣١	٠.٩٣٤	٠.٩٣٨	٠.٩٤١	٠.٩٤٥	٠.٩٤٨	٠.٩٥٢	٠.٩٥٥
٢٣	٠.٩٥٨	٠.٩٦١	٠.٩٦٥	٠.٩٦٨	٠.٩٧٢	٠.٩٧٥	٠.٩٧٩	٠.٩٨٢	٠.٩٨٦	٠.٩٨٩	٠.٩٩٣	٠.٩٩٦
جنازير	٠	٢	٤	٦	٨	١٠	١٢	١٤	١٦	١٨	٢٠	٢٢





جداول تقویم طبع القطع الى أجزاء مناسبة لأجزاء الواحد

[illegible]

بذلک التقدیر بواسطۃ المجتازیر والعقل

[illegible]



## جدول

تختص بتحويل القصب الى جنازير وبالعكس وبتحويل الامتار الى جنازير وبالعكس

ما يقابل الكسور	تحويل القصب الى جنازير		تحويل الجنازير الى أقصاب وأمتار		تحويل الامتار الى جنازير		أمثلة تختص بأعمال هذا الجدول (المثال الاول)
	قصب	جنازير	قصب	جنازير	متر	جنازير	
	CUSABAS	CHAINS	CUSABAS	CHAINS	METRES	CHAINS	
٠.٨٣	$\frac{1}{2}$	٠.٠١٤	٠.٠٥٨	٠.١	٠.٠٠٢	٠.١٠	المعلوم ١٢٨ قصبه ومطلوب تحويلها الى جنازير وعقل
٠.١٦٧	$\frac{1}{2}$	٠.٠٢٩	٠.١١٥	٠.٢	٠.٠٠٤	٠.٢٠	يؤخذ من الجزء الاول من الجدول المعنون بهذا العنوان ما يقابل
٠.٢٥	$\frac{1}{2}$	٠.٠٤٣	٠.١٧٣	٠.٣	٠.٠٠٦	٠.٣٠	المائة قصبه والعشرين قصبه والثانية أقصاب وما يقابل النصف
٠.٣٣٣	$\frac{1}{2}$	٠.٠٥٨	٠.٢٣١	٠.٤	٠.٠٠٨	٠.٤٠	وثالث الذي هو عبارة عن $\frac{2}{3}$ فحصل الجمع يكون المطلوب
٠.٤١٧	$\frac{1}{2}$	٠.٠٧٠	٠.٢٨٩	٠.٥	٠.٠١٠	٠.٥٠	مثال ذلك
٠.٥٠٠	$\frac{1}{2}$	٠.٠٨٦	٠.٣٤٦	٠.٦	٠.٠١٢	٠.٦٠	قصبه = ١٠٠
٠.٥٨٣	$\frac{1}{2}$	٠.١٠٠	٠.٤٠٤	٠.٧	٠.٠١٤	٠.٧٠	١٧٢٢٠ = ٢٠
٠.٦٦٧	$\frac{1}{2}$	٠.١١٦	٠.٤٦٢	٠.٨	٠.٠١٦	٠.٨٠	١٠٣٨٦ = ٨
٠.٧٥	$\frac{1}{2}$	٠.١٢٩	٠.٥٢٠	٠.٩	٠.٠١٨	٠.٩٠	٠.١٤٥ = $\frac{2}{3}$
٠.٨٣٣	$\frac{1}{2}$	٠.١٤٥	٠.٥٧٧	٠.١٠	٠.٠٢٠	١.٠٠	٢٢٣١٥ = ١٢٨
٠.٩١٧	$\frac{1}{2}$	٠.١٥٩	٠.٦٣٥	٠.١١	٠.٠٢٢	١.١٠	(المثال الثاني)
١.٠٠٠	١	٠.١٧٣	٠.٧٣٢	٠.١٢	٠.٠٢٤	١.٢٠	المطلوب تحويل ٢٢٣١٥ جنازير وعقل الى قصب
١.٠٨٣	١	٠.١٨٧	٠.٨٠٠	٠.١٣	٠.٠٢٦	١.٣٠	يؤخذ من الجزء الثاني من الجدول المعنون بهذا العنوان بطريقة
١.١٦٧	١	٠.٢٠١	٠.٨٦٦	٠.١٤	٠.٠٢٨	١.٤٠	مشابهة للطريقة الاولى مثاله
١.٢٥٠	١	٠.٢١٤	٠.٩٣٣	٠.١٥	٠.٠٣٠	١.٥٠	جنازير قصبه
١.٣٣٣	١	٠.٢٢٩	٠.٩٩٩	٠.١٦	٠.٠٣٢	١.٦٠	١١٥٢٧٠ = ٢٠٠
١.٤١٧	١	٠.٢٤٣	١.٠٦٦	٠.١٧	٠.٠٣٤	١.٧٠	١١٥٤٧ = ٢٠
١.٥٠٠	١	٠.٢٥٨	١.١٣٣	٠.١٨	٠.٠٣٦	١.٨٠	١:٧٣٢ = ٣٠
١.٥٨٣	١	٠.٢٧٢	١.٢٠٠	٠.١٩	٠.٠٣٨	١.٩٠	٠.٠٥٨ = ٠.١
١.٦٦٧	١	٠.٢٨٦	١.٢٦٦	٠.٢٠	٠.٠٤٠	٢.٠٠	٠.٠٢٩ = ٠.٠٠٥
١.٧٥٠	١	٠.٣٠١	١.٣٣٣	٠.٢١	٠.٠٤٢	٢.١٠	١٢٨٨٣٦ = ٢٢٣١٥
١.٨٣٣	١	٠.٣١٤	١.٤٠٠	٠.٢٢	٠.٠٤٤	٢.٢٠	(المثال الثالث)
١.٩١٧	١	٠.٣٢٩	١.٤٦٦	٠.٢٣	٠.٠٤٦	٢.٣٠	المطلوب تحويل ١٤٣٤٨٠ متر الى جنازير وعقل
٢.٠٠٠	١	٠.٣٤٣	١.٥٣٣	٠.٢٤	٠.٠٤٨	٢.٤٠	يؤخذ من الجزء الثالث من الجدول المعنون بهذا العنوان بطريقة
٢.٠٨٣	١	٠.٣٥٨	١.٦٠٠	٠.٢٥	٠.٠٥٠	٢.٥٠	مشابهة لما تقدم مثاله
٢.١٦٧	١	٠.٣٧٢	١.٦٦٦	٠.٢٦	٠.٠٥٢	٢.٦٠	متر جنازير
٢.٢٥٠	١	٠.٣٨٦	١.٧٣٣	٠.٢٧	٠.٠٥٤	٢.٧٠	٤٨٧٩١ = ١٠٠٠
٢.٣٣٣	١	٠.٤٠٠	١.٨٠٠	٠.٢٨	٠.٠٥٦	٢.٨٠	١٩٥٦٦ = ٤٠٠
٢.٤١٧	١	٠.٤١٤	١.٨٦٦	٠.٢٩	٠.٠٥٨	٢.٩٠	١٩٦٤ = ٣٠
٢.٥٠٠	١	٠.٤٢٩	١.٩٣٣	٠.٣٠	٠.٠٦٠	٣.٠٠	٠.١٩٥ = ٤
٢.٥٨٣	١	٠.٤٤٣	٢.٠٠٠	٠.٣١	٠.٠٦٢	٣.١٠	٠.٠٣٩ = ٠.٨٠
٢.٦٦٧	١	٠.٤٥٨	٢.٠٦٦	٠.٣٢	٠.٠٦٤	٣.٢٠	٧٠٠٠٥ = ١٤٣٤٨٠
٢.٧٥٠	١	٠.٤٧٢	٢.١٣٣	٠.٣٣	٠.٠٦٦	٣.٣٠	(المثال الرابع)
٢.٨٣٣	١	٠.٤٨٦	٢.٢٠٠	٠.٣٤	٠.٠٦٨	٣.٤٠	المطلوب تحويل ٧٠٠ جنازير وعقل الى أمتار
٢.٩١٧	١	٠.٥٠٠	٢.٢٦٦	٠.٣٥	٠.٠٧٠	٣.٥٠	يؤخذ من الجزء الثاني من الجدول حسب ما تقدم
٣.٠٠٠	١	٠.٥١٤	٢.٣٣٣	٠.٣٦	٠.٠٧٢	٣.٦٠	جنازير متر
٣.٠٨٣	١	٠.٥٢٩	٢.٤٠٠	٠.٣٧	٠.٠٧٤	٣.٧٠	١٤٣٤٧.١ = ٧٠٠
٣.١٦٧	١	٠.٥٤٣	٢.٤٦٦	٠.٣٨	٠.٠٧٦	٣.٨٠	٠.١٠ = ٠.٠٠٥
٣.٢٥٠	١	٠.٥٥٨	٢.٥٣٣	٠.٣٩	٠.٠٧٨	٣.٩٠	١٤٣٤٨١ = ٧٠٠٠٥
٣.٣٣٣	١	٠.٥٧٢	٢.٦٠٠	٠.٤٠	٠.٠٨٠	٤.٠٠	
٣.٤١٧	١	٠.٥٨٦	٢.٦٦٦	٠.٤١	٠.٠٨٢	٤.١٠	
٣.٥٠٠	١	٠.٦٠٠	٢.٧٣٣	٠.٤٢	٠.٠٨٤	٤.٢٠	
٣.٥٨٣	١	٠.٦١٤	٢.٨٠٠	٠.٤٣	٠.٠٨٦	٤.٣٠	
٣.٦٦٧	١	٠.٦٢٩	٢.٨٦٦	٠.٤٤	٠.٠٨٨	٤.٤٠	
٣.٧٥٠	١	٠.٦٤٣	٢.٩٣٣	٠.٤٥	٠.٠٩٠	٤.٥٠	
٣.٨٣٣	١	٠.٦٥٨	٣.٠٠٠	٠.٤٦	٠.٠٩٢	٤.٦٠	
٣.٩١٧	١	٠.٦٧٢	٣.٠٦٦	٠.٤٧	٠.٠٩٤	٤.٧٠	
٤.٠٠٠	١	٠.٦٨٦	٣.١٣٣	٠.٤٨	٠.٠٩٦	٤.٨٠	
٤.٠٨٣	١	٠.٦٩٩	٣.٢٠٠	٠.٤٩	٠.٠٩٨	٤.٩٠	
٤.١٦٧	١	٠.٧١٤	٣.٢٦٦	٠.٥٠	٠.١٠٠	٥.٠٠	
٤.٢٥٠	١	٠.٧٢٩	٣.٣٣٣	٠.٥١	٠.١٠٢	٥.١٠	
٤.٣٣٣	١	٠.٧٤٣	٣.٤٠٠	٠.٥٢	٠.١٠٤	٥.٢٠	
٤.٤١٧	١	٠.٧٥٨	٣.٤٦٦	٠.٥٣	٠.١٠٦	٥.٣٠	
٤.٥٠٠	١	٠.٧٧٢	٣.٥٣٣	٠.٥٤	٠.١٠٨	٥.٤٠	
٤.٥٨٣	١	٠.٧٨٦	٣.٦٠٠	٠.٥٥	٠.١١٠	٥.٥٠	
٤.٦٦٧	١	٠.٨٠٠	٣.٦٦٦	٠.٥٦	٠.١١٢	٥.٦٠	
٤.٧٥٠	١	٠.٨١٤	٣.٧٣٣	٠.٥٧	٠.١١٤	٥.٧٠	
٤.٨٣٣	١	٠.٨٢٩	٣.٨٠٠	٠.٥٨	٠.١١٦	٥.٨٠	
٤.٩١٧	١	٠.٨٤٣	٣.٨٦٦	٠.٥٩	٠.١١٨	٥.٩٠	
٥.٠٠٠	١	٠.٨٥٨	٣.٩٣٣	٠.٦٠	٠.١٢٠	٦.٠٠	
٥.٠٨٣	١	٠.٨٧٢	٤.٠٠٠	٠.٦١	٠.١٢٢	٦.١٠	
٥.١٦٧	١	٠.٨٨٦	٤.٠٦٦	٠.٦٢	٠.١٢٤	٦.٢٠	
٥.٢٥٠	١	٠.٩٠٠	٤.١٣٣	٠.٦٣	٠.١٢٦	٦.٣٠	
٥.٣٣٣	١	٠.٩١٤	٤.٢٠٠	٠.٦٤	٠.١٢٨	٦.٤٠	
٥.٤١٧	١	٠.٩٢٩	٤.٢٦٦	٠.٦٥	٠.١٣٠	٦.٥٠	
٥.٥٠٠	١	٠.٩٤٣	٤.٣٣٣	٠.٦٦	٠.١٣٢	٦.٦٠	
٥.٥٨٣	١	٠.٩٥٨	٤.٤٠٠	٠.٦٧	٠.١٣٤	٦.٧٠	
٥.٦٦٧	١	٠.٩٧٢	٤.٤٦٦	٠.٦٨	٠.١٣٦	٦.٨٠	
٥.٧٥٠	١	٠.٩٨٦	٤.٥٣٣	٠.٦٩	٠.١٣٨	٦.٩٠	
٥.٨٣٣	١	٠.٩٩٩	٤.٦٠٠	٠.٧٠	٠.١٤٠	٧.٠٠	
٥.٩١٧	١	١.٠١٤	٤.٦٦٦	٠.٧١	٠.١٤٢	٧.١٠	
٦.٠٠٠	١	١.٠٢٩	٤.٧٣٣	٠.٧٢	٠.١٤٤	٧.٢٠	
٦.٠٨٣	١	١.٠٤٣	٤.٨٠٠	٠.٧٣	٠.١٤٦	٧.٣٠	
٦.١٦٧	١	١.٠٥٨	٤.٨٦٦	٠.٧٤	٠.١٤٨	٧.٤٠	
٦.٢٥٠	١	١.٠٧٢	٤.٩٣٣	٠.٧٥	٠.١٥٠	٧.٥٠	
٦.٣٣٣	١	١.٠٨٦	٥.٠٠٠	٠.٧٦	٠.١٥٢	٧.٦٠	
٦.٤١٧	١	١.١٠٠	٥.٠٦٦	٠.٧٧	٠.١٥٤	٧.٧٠	
٦.٥٠٠	١	١.١١٤	٥.١٣٣	٠.٧٨	٠.١٥٦	٧.٨٠	
٦.٥٨٣	١	١.١٢٩	٥.٢٠٠	٠.٧٩	٠.١٥٨	٧.٩٠	
٦.٦٦٧	١	١.١٤٣	٥.٢٦٦	٠.٨٠	٠.١٦٠	٨.٠٠	
٦.٧٥٠	١	١.١٥٨	٥.٣٣٣	٠.٨١	٠.١٦٢	٨.١٠	
٦.٨٣٣	١	١.١٧٢	٥.٤٠٠	٠.٨٢	٠.١٦٤	٨.٢٠	
٦.٩١٧	١	١.١٨٦	٥.٤٦٦	٠.٨٣	٠.١٦٦	٨.٣٠	
٧.٠٠٠	١	١.٢٠٠	٥.٥٣٣	٠.٨٤	٠.١٦٨	٨.٤٠	
٧.٠٨٣	١	١.٢١٤	٥.٦٠٠	٠.٨٥	٠.١٧٠	٨.٥٠	
٧.١٦٧	١	١.٢٢٩	٥.٦٦٦	٠.٨٦	٠.١٧٢	٨.٦٠	
٧.٢٥٠	١	١.٢٤٣	٥.٧٣٣	٠.٨٧	٠.١٧٤	٨.٧٠	
٧.٣٣٣	١	١.٢٥٨	٥.٨٠٠	٠.٨٨	٠.١٧٦	٨.٨٠	
٧.٤١٧	١	١.٢٧٢	٥.٨٦٦	٠.٨٩	٠.١٧٨	٨.٩٠	
٧.٥٠٠	١	١.٢٨٦	٥.٩٣٣	٠.٩٠	٠.١٨٠	٩.٠٠	
٧.٥٨٣	١	١.٢٩٩	٦.٠٠٠	٠.٩١	٠.١٨٢	٩.١٠	
٧.٦٦٧	١	١.٣١٤	٦.٠٦٦	٠.٩٢	٠.١٨٤	٩.٢٠	
٧.٧٥٠	١	١.٣٢٩	٦.١٣٣	٠.٩٣	٠.١٨٦	٩.٣٠	
٧.٨٣٣	١	١.٣٤٣	٦.٢٠٠	٠.٩٤	٠.١٨٨	٩.٤٠	
٧.٩١٧	١	١.٣٥٨	٦.٢٦٦	٠.٩٥	٠.١٩٠	٩.٥٠	
٨.٠٠٠	١	١.٣٧٢	٦.٣٣٣	٠.٩٦	٠.١٩٢	٩.٦٠	
٨.٠٨٣	١	١.٣٨٦	٦.٤٠٠	٠.٩٧	٠.١٩٤	٩.٧٠	
٨.١٦٧	١	١.٤٠٠	٦.٤٦٦	٠.٩٨	٠.١٩٦	٩.٨٠	
٨.٢٥٠	١	١.٤١٤	٦.٥٣٣	٠.٩٩	٠.١٩٨	٩.٩٠	
٨.٣٣٣	١	١.٤٢٩	٦.٦٠٠	٠.٩٩	٠.٢٠٠	١٠.٠٠	
٨.٤١٧	١	١.٤٤٣	٦.٦٦٦	٠.٩٩	٠.٢٠٢	١٠.١٠	
٨.٥٠٠	١	١.٤٥٨	٦.٧٣٣	٠.٩٩	٠.٢٠٤	١٠.٢٠	
٨.٥٨٣	١	١.٤٧٢	٦.٨٠٠	٠.٩٩	٠.٢٠٦	١٠.٣٠	
٨.٦٦٧	١	١.٤٨٦	٦.٨٦٦	٠.٩٩	٠.٢٠٨	١٠.٤٠	
٨.٧٥٠	١	١.٤٩٩	٦.٩٣٣	٠.٩٩	٠.٢١٠	١٠.٥٠	
٨.٨٣٣	١	١.٥١٤	٧.٠٠٠	٠.٩٩	٠.٢١٢	١٠.٦٠	
٨.٩١٧	١	١.٥٢٩	٧.٠٦٦	٠.٩٩	٠.٢١٤	١٠.٧٠	
٩.٠٠٠	١	١.٥٤٣	٧.١٣٣	٠.٩٩	٠.٢١٦	١٠.٨٠	
٩.٠٨٣	١	١.٥٥٨	٧.٢٠٠	٠.٩٩	٠.٢١٨	١٠.٩٠	
٩.١٦٧	١	١.٥٧٢	٧.٢٦٦	٠.٩٩	٠.٢٢٠	١١.٠٠	
٩.٢٥٠	١	١.٥٨٦	٧.٣٣٣	٠.٩٩	٠.٢٢٢	١١.١٠	
٩.٣٣٣	١	١.٦٠٠	٧.٤٠٠	٠.٩٩	٠.٢٢٤	١١.٢٠	
٩.٤١٧	١	١.٦١٤	٧.٤٦٦	٠.٩٩	٠.٢٢٦	١١.٣٠	
٩.٥٠٠	١	١.٦٢٩	٧.٥٣٣	٠.٩٩	٠.٢٢٨	١١.٤٠	
٩.٥٨٣	١	١.٦٤٣	٧.٦٠٠	٠.٩٩	٠.٢٣٠	١١.٥٠	
٩.٦٦٧	١	١.٦٥٨	٧.٦٦٦	٠.٩			

## لأجل أخذ مساحة أى قطعة أرض

يجب معرفة مساحة الاشكال الآتية التى بواسطتها والقياس عليها يتيسر للطلاب أخذ مساحة أى قطعة أرض مهما كان شكلها

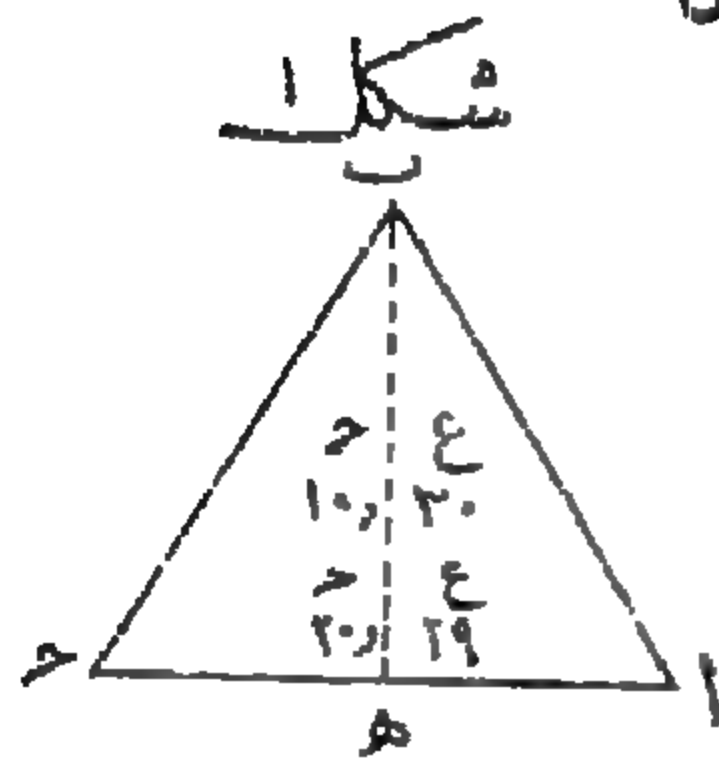
أولاً - مساحة المثلث (الذى هو عبارة عن جزء من الأرض محصور بين ثلاثة أضلاع وهو أصل الاشكال ويعرف عند المساحين بالنابورة) لأنه يمكن تقسيم أى قطعة أرض الى مثلثات

وكيفية أخذ مساحته أن يقيس العامل أولاً القاعدة بالجذير والعقلة والارتفاع كذلك ثم يضربهما فى بعضهما بواسطة الجدول ويقسم الناتج على اثنين أى يأخذ النصف (فالناتج هو المساحة المطلوبة) أو يضرب نصف قاعدة المثلث فى الارتفاع أو نصف ارتفاعه فى القاعدة

مثال ذلك إذا فرض أن مثلثاً مثل المثلث ا ب ح (شكل ١) قاعدته ا ح =  $٢٠,٢٩$  وارتفاعه ب هـ =  $١٠,٣٠$  فتكون مساحته هكذا

$$٢٠,٢٩ \times ١٠,٣٠$$

ومساحته بواسطة الجدول على طريقتين كلونح أذناه . فالمساحة بالطريقة الاولى هكذا



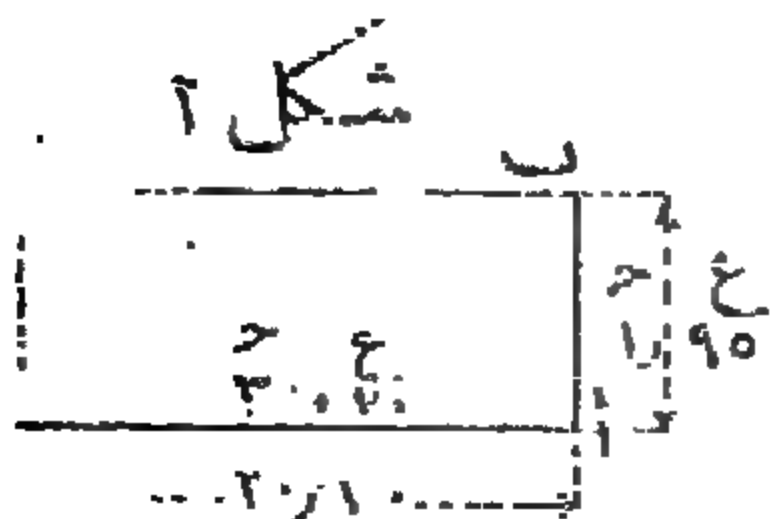
ب	ط	س	ع	ع	ع
١٠	٠٠	٠٠	=	٥,٠٠	$\times ٢٠,٢٩$
٠٠	٢	١٠	=	٥,٠٠	$\times ٠٠,٢٠$
٠٠	٧	٠٤	=	٠,١٥	$\times ٢٠,٢٩$
٠٠	٠٠	٠٢	=	٠,١٥	$\times ٠٠,٢٠$
٠٠	٠١	٠٢	=	٥,٠٠	$\times ٠٠,٠٩$
١٠	١٠	١٨			

والمساحة بالطريقة الثانية هو أن نضرب  $٢٠,٢٩ \times ١٠,٣٠$  ثم نفصل من عين حاصل الضرب أرقاماً اعشارية بقدر عدد الأرقام الاعشارية الموجودة فى المضروب والمضروب فيه زائد رقم اعشارى ومابقى على اليسار يكون هو مقدار الفسدن والموجود على عين الشرطة يكون هو المحتوى على القيراط والسهم فبالبحث عن الاسهم والقراريط من الجدول نمر ٢٤ يحدث المطلوب وصورة العمل هكذا

$$٢٠,٢٩ \times ١٠,٣٠ = ١٠٣,١٥٦٢ = ١٠٣,١٥٦٢ = ١٠٣,١٥٦٢ = ١٠٣,١٥٦٢$$

ثانياً - لأجل مساحة المستطيل (الذى هو عبارة عن جزء من الأرض محاط بأربعة أضلاع كل ضلعين متقابلين متساويين ومتوازيين وزواياه قوائم) يجب أن يقيس العامل القاعدة بالجذير والعقلة والارتفاع كذلك ثم يضربهما فى بعضهما بواسطة إحدى الطريقتين المذكورتين قبل فاصل الضرب يكون المساحة المطلوبة وهذا الشكل هو الذى أسس عليه قدماء المصريين المساحة القديمة التى بواسطة القصبة

مثال ذلك إذا فرض أن مستطيلاً مثل المستطيل ا ب ح د (شكل ٢) مقدار قاعدته ا د =  $٢٠,٧٠$  وارتفاعه ب ح =  $١,٩٥$  فتكون مساحته بالجدول هكذا بالطريقة الاولى

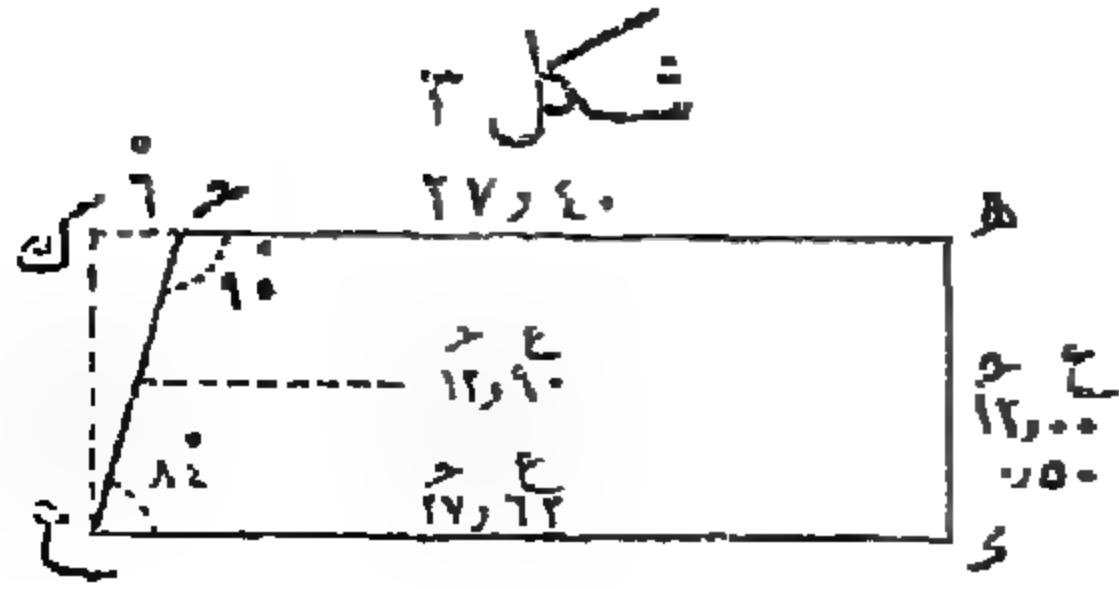


ب	ط	س	ع	ع	ع
٥	٢٠	١٠	=	٢٠,٠٠	$\times ١,٩٥$
٠	٠٣	٠٦	=	٠,٧٠	$\times ١,٩٥$
٥	٢٣	١٦			

وبالطريقة الثانية هكذا

$$٢٠,٧٠ \times ١,٩٥ = ٤١,٣٦٥ = ٤١,٣٦٥ = ٤١,٣٦٥ = ٤١,٣٦٥$$

أما إذا كان هذا المستطيل غير قائم الزوايا بل وجد كما في (شكل ٣) وفرض أن أضلاعه  $هـ = ١٢,٥٠$  والمقابل له  $ح = ١٢,١٠$  والضلع  $د = ٢٧,٦٢$  والمقابل له  $هـ = ٢٧,٤٠$  والزاوية  $د = ٨٤$  تقريبا أى أقل من الزاوية القائمة  $د$  لك بمقدار  $٦$  فتكون الزاوية  $هـ = ٩٦$  تقريبا وبهذه المقادير تكون الزيادة في المائة نصف الوحدة المقاس بها



وإذا كانت الزاوية  $د$  المذكورة أصغر من أربعة وثمانين درجة فبالطبع تكون الزيادة  $د$  أكثر من النصف في المائة فبناء على ما توضيح لا يمكن أخذ مساحة أى قطعة أرض بالصفة المتقدمة (أى تكون زواياها غير قائمة) بالضبط إلا إذا كانت قطعة الأرض صغيرة جدا حتى يكون الفرق فيها مسموحا

والمساحة تكون بالطريقة الآتية على شرط أن تكون الأضلاع متساوية ومتوازية تقريبا وهى أن نجمع مقدار ما يشتمل عليه كل ضلعين متقابلين على بعضهما ويؤخذ نصف الحاصل (أى المتوسط) ونضرب المتوسطين المذكورين في بعضهما ونبحث عن المساحة بالجدول فيحدث المطلوب وصورة العمل هكذا

$$\frac{١٢,١٠ + ١٢,٥٠}{٢} \times \frac{٢٧,٦٢ + ٢٧,٤٠}{٢}$$

فتكون المساحة  $٢٧,٥١ \times ١٢,٧٠$  والعمل يكون بواسطة الجدول هكذا

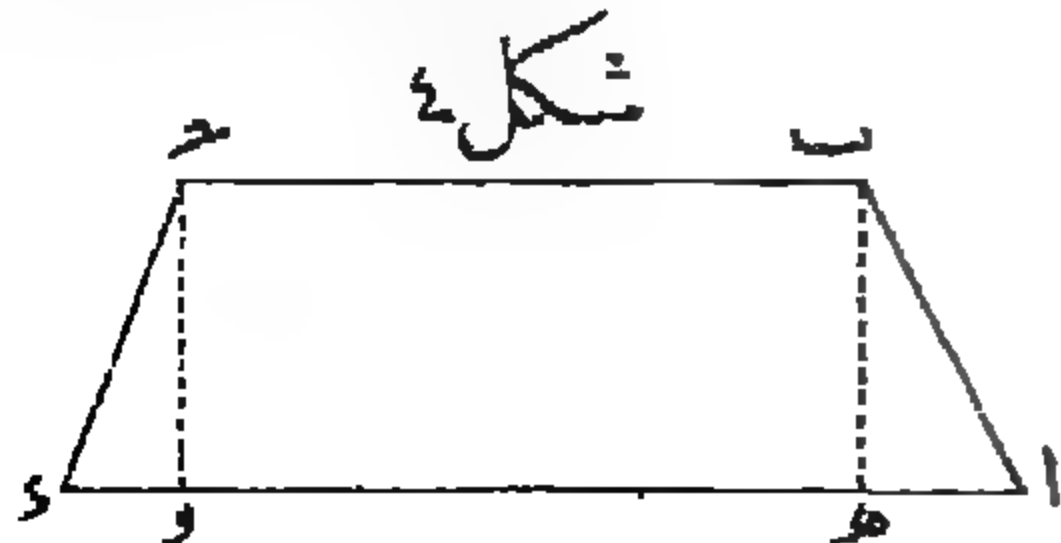
ع	ح	س	ط	ب
٢٧,٠٠	×	٢ × ٥,٠٠	=	٢٧,٠٠
٢٧,٠٠	×	٠,٢٠	=	٥,٤٠
٢٧,٠٠	×	٠,٧٠	=	١٨,٩٠
٠,٥٠	×	٠,٧٠	=	٠,٣٥
٠,٥٠	×	١٢,٠٠	=	٦,٠٠
٠,٠١	×	٠,٧٠	=	٠,٠٧
٠,٠١	×	١٢,٠٠	=	١,٢٠
				٣٤ ٢٢ ١٢

والمساحة بالطريقة الثانية هكذا

$$٣٤,٩٣٧٧ = ١٢,٧٠ \times ٢٧,٥١$$

وبالبحث في الجدول نرى ٢٤ تكون المساحة ١٢ ٢٢ ٣٤

وأما إذا كان الشكل المراد أخذ مساحته كبيرا وعبارة عن شبه منحرف كما في (شكل ٤) فطريقة ذلك أن ننزل العمودين  $ب$   $هـ$  و  $ح$  و  $د$  على القاعدة  $اى$  فإذا وجد أن طول العمودين متساويين بعلم أن القاعدتين متوازيتين وتكون مساحته تساوى نصف مجموع القاعدتين المتوازيتين في أحد الارتفاعين وأما إذا وجد أن الارتفاعين المذكورين غير متساويين فيعلم أن الشكل ليس بشبه منحرف وتؤخذ مساحته على جلة أشكال بالطريقة الآتية وهى أن نعتبر أنه مركب من شبه منحرف قاعدته المتوازيتان هما العمودان  $ب$   $هـ$  و  $ح$  و ارتفاعه هو  $هـ$  و كما في (شكل ٤)



ويأخذ مساحته وضم مساحة المثلثين اليه وهما  $ا ب هـ$  و  $د ح هـ$  فتحدث المساحة المطلوبة

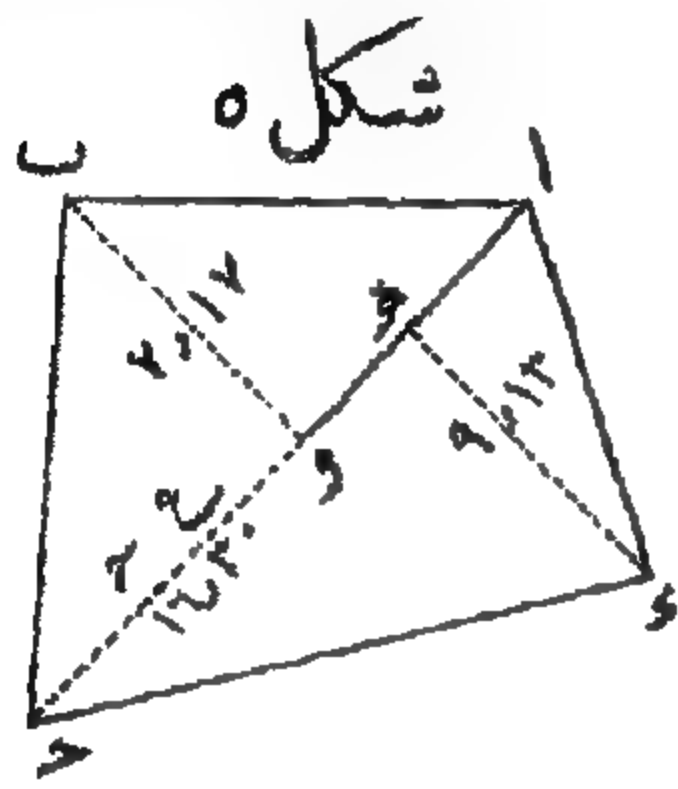
أما إذا وجد أن المثلثين  $ا ب$  و  $د ح$  متساويان وان الفرق ما بين  $اى$  و  $ب$   $ح$  جزئى جدا فنأخذ المساحة كما تقدم في (شكل ٣) وأما إذا وجد أن الغلط كبير جدا ويوجد فرق بين المثلثين والقاعدتين فيجب أخذ مساحته



بالطريقة الآتية وهي مساحة المخرف (والمخرف هو عبارة عن جزء من الأرض محصورين أربعة أضلاع مختلفة الأطوال وزواياه غير قائمة) ومساحته تساوى حاصل ضرب القطر  $أ ح$  في متوسط العمودين  $ب و$  وهه السائلين من رأسى الزاويتين المقابلتين لهذا القطر كما في (شكل ٥) وتكون المساحة هكذا

$$\text{القطر } ١٦,٣٠ \times ٨,١٥ = \frac{٩,١٣ + ٧,١٧}{٢} \times ١٦,٣٠$$

أى أن المساحة تكون بالضرب  $١٦,٣٠ \times ٨,١٥$  وهو متوسط العمودين وتكون بواسطة الجدول هكذا

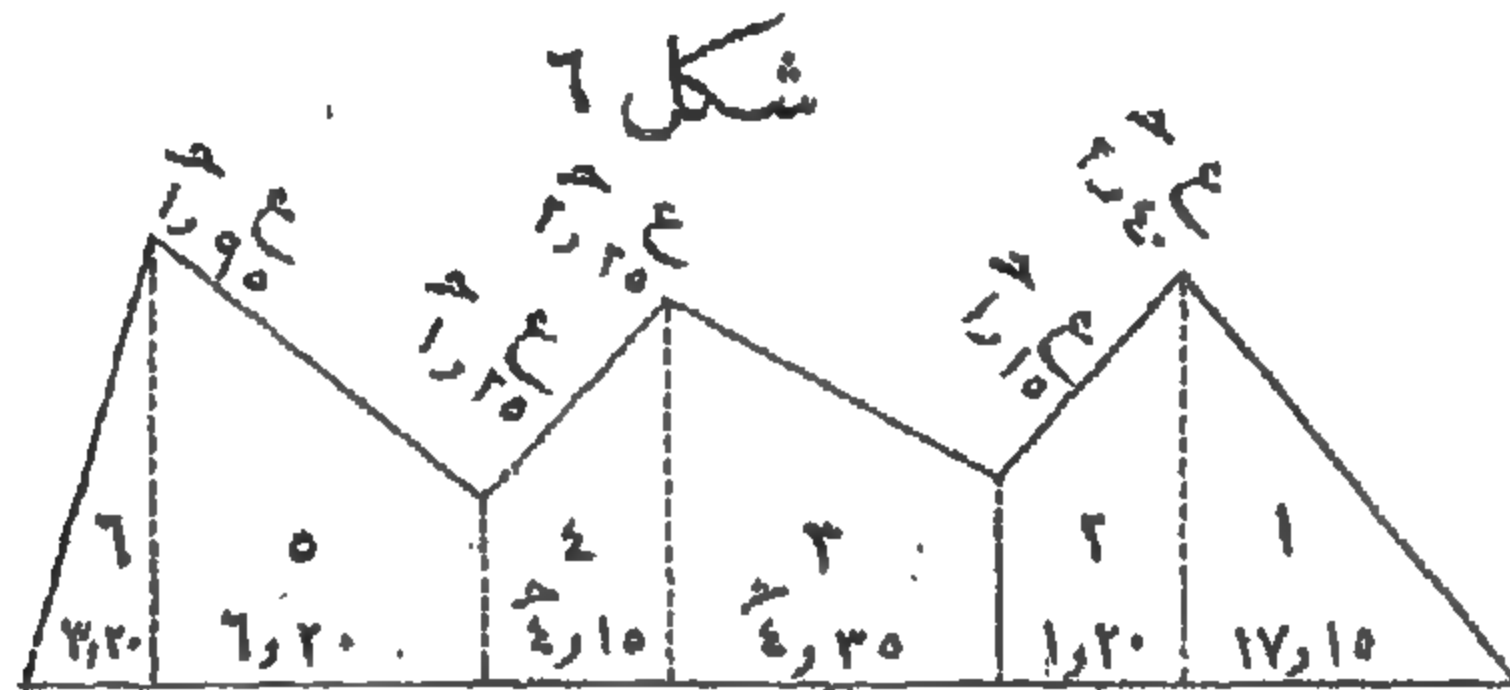


ع	ع	س	ط	ب
١٦,٠٠	٥,٠٠	٠٠	٠٠	٨
١٦,٠٠	٣,٠٠	٤	١٩	٤
١٦,٠٠	٠,١٥	١٨	٥	٠
٠٠,٣٠	٨,٠٠	١٨	٥	٠
٠٠,٣٠	٠,١٥	٣	٠٠	٠
		١٩	٦	١٣

المساحة بالطريقة الثانية

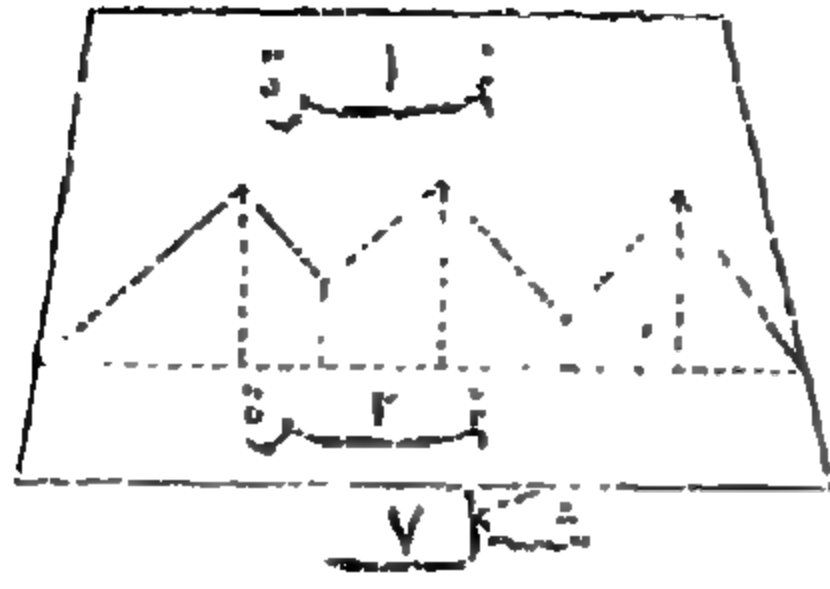
$$١٦,٣٠ \times ٨,١٥ = ١٣,٢٨٤٥ \text{ وبالجث عن الكسور في الجدول غرة } ٢٤ \text{ تكون المساحة } = \frac{١٣}{٦} \times \frac{١٣}{٢٠}$$

وبجميع الطرق المتقدمة يمكن أخذ مساحة أى قطعة أرض مهما كان شكلها وبالنظر الى (شكل ٦) يمكن معرفة العمل واجراؤه بغاية السهولة

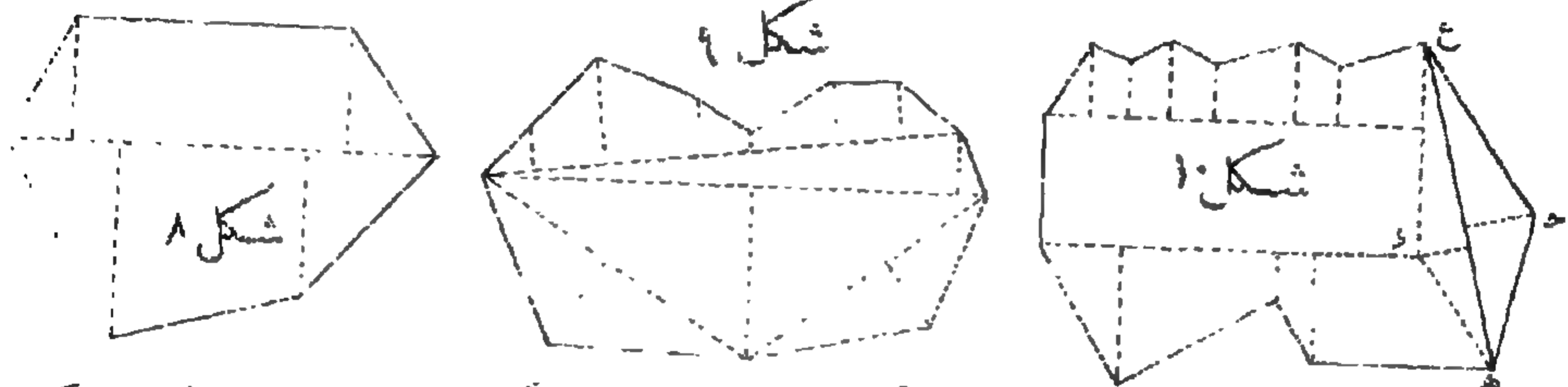


ع	ع	س	ط	ب
١٦,٠٠	١٧,٠٠	٢٣	١	٢
١٦,٠٠	١٧,٠٠	٧	٠	٠
١٦,٠٠	١٧,٠٠	٤	٤	٠
١٦,٠٠	١٧,٠٠	٥٠	٠	٠
١٦,٠٠	١٧,٠٠	١	٠	٠
١٦,٠٠	١٧,٠٠	١١	١٠	٠
١٦,٠٠	١٧,٠٠	٧	٧	٠
١٦,٠٠	١٧,٠٠	٢٣	٩	٠
١٦,٠٠	١٧,٠٠	١١	٧	٠
١٦,٠٠	١٧,٠٠	٠٢	٢٣	٠
١٦,٠٠	١٧,٠٠	١٨	٠	٠
١٦,٠٠	١٧,٠٠	١٦	٤	٠
١٦,٠٠	١٧,٠٠	٢٠	٢	٠
		١٩	١	٥

وإذا وجدت قطعة أرض وكان بها الكسرات السابقة كما في (شكل ٦) السابق وغرة ٢ من (شكل ٧) وموجود بجوارها من ناحية الكسرات قطعة أرض ليس بها كسرات من الجهة الأخرى كالغرة ١ من (شكل ٧) ففي هذه الحالة يجب أن تأخذ مساحة القطعة المنيرة بغرة ٢ بالطريقة المتقدمة ثم تأخذ مساحة قطعة الأرض بأكملها كما تقدم ذلك أيضا ثم يطرح مقدار مساحة غرة ٢ من المساحة بأكملها فيحدث مساحة غرة ١ الموجودة في (شكل ٧)



وبعرفة الطرق المتقدمة يمكن أخذ مساحة أى قطعة أرض كما مبين ذلك في (شكل ٨ و ٩ و ١٠)



وبعد معرفة جميع ما توضح يجب على العامل أن يتحقق من طول الجزيرة كل يوم قبل البدء في العمل به لتكون أشغاله مضبوطة

وكيفية ذلك أن يأخذ شريطا من الصلب طوله عشرون مترا ثم يضع ثلاثة أوتاد على أرض أفقية بحيث أن طول الوتين النهائيين يكون بقدر طول الشريط والوتر الثالث في وسط الشريط حتى بذلك يمكن للعامل معرفة فرق الجزيرة وفي أى نصف منه يوجد الخلل هذا إذا وجد شريط من الصلب

وأما إذا لم يوجد فيسلم أن يكون معه مسطرتان من الخشب مضبوطتان لأجل التحقق من طول الجزيرة وطريقة ذلك أن يوضع احدهما أفقية والاخرى كذلك وملامسة لها حتى يتم بالتوالي مقدار طول الجزيرة وبهذه الوسيلة يمكن عمل الثلاثة أوتاد المذكورة

### تنبيهات عامة

إذا أريد ضرب عدد  $٢٠٢٨^ع$  ×  $٢٠٧٦^ع$  فلابد حل كل مسألة من هذا القبيل يجب على العامل أولا أن يحلل هذه المضاريب الى عوامل بحيث أن تكون سهلة وموجودة بالجدول مع صرف النظر عن الكسور الصغيرة الغير موجودة بالجدول لأنها توجد فرق لا يذكر وكيفية العمل هو أن نضرب  $٢٠٢٥^ع$  ×  $٢٠٠٠^ع$  من صحيفة غرة ١٤ بما أنها موجودة بالجدول ثم نضرب أيضا  $٢٠٢٥^ع$  ×  $٧٠^ع$  ثم نضرب  $٢٠٢٥^ع$  ×  $٦^ع$  الموجودة بجدول غرة ٢٧ بصرف النظر عن  $٢٠٢٥^ع$  بما أنها غير موجودة بالجدول من جهة ولا توجد فرقا يذكر من الجهة الأخرى ثم نضرب  $٢٠٢٥^ع$  التي هي عبارة عن  $٢٠٧٦$  بعد جبر  $٠٠٧٦$  بواحد في  $٢٠٠٣^ع$  من جدول غرة ٢٧ فيحدث المطلوب وصورة العمل هكذا

				$٢٠٢٨^ع \times ٢٠٧٦^ع$			
				فيالبحث في صحيفة ١٤ نجد أن			
٦	١٢	٠٠	=	$٢٠٠٠^ع \times ٢٠٢٥^ع$	»	»	»
٠	٠٥	١١	=	$٠٠٧٠^ع \times ٢٠٢٥^ع$	»	١٤	»
٠	٠٠	١٠	=	$٠٢٠٠^ع \times ٢٠٢٥^ع$	»	٢٧	»
٠	٠١	١٢	=	$٢١٠٠^ع \times ٢٠٢٥^ع$	»	٢٧	»
٦	١٩	٠٩					

والعمل بطريقة جدول غرة ٢٤ يكون هكذا بعد البحث منه عن الكسور

$$٢٠٧٦^ع \times ٢٠٢٨^ع = ٦٨٠٩٢٨ = ١٠^ع \times ٦٨٠٩٢٨$$

وحيث أن الفرق هو ٨٨٨ وهو جزئي فيصرف النظر عنه









The sheet corners having been plotted all the trijunction points (points common to 3 traverse polygons) on each sheet are plotted from their rectangular coordinates, which can be obtained by the addition of the corrected traverses.

With the help of these trijunction points each plan can be pantographed into the sheet in its correct position and to the scale of the map.

It will be seen that the positions of the traverse points of a country, costing perhaps 2s each to establish, can be catalogued as methodically as Triangulation points costing say £. 80.

In laying out the Railways, canals and roads of a new country an excellent opportunity is usually wasted of establishing the positions of the intersection points of the straight lines forming the lines of communication, and thus obtaining the framework for a map of the country. It would only be necessary to observe occasional Azimuths, latitudes and longitudes, in addition to the ordinary chaining and observations of angles. The angles are however usually protracted, and the plans and records are often not forth-coming after the completion of the work for which they were made.

It would pay any Government to employ some one to collect this information from time to time, and after duly checking it project the points onto the general map of the country. At the same time the levels taken in the engineering surveys would help to establish a connected system of bench marks over the country.

The *graticule sheets* (drawn as described above) forming the map of a province or country can be reduced to form a small scale general map, on which the parallels and meridians which were originally drawn straight between the sheet corners will form curves





the distortion on the central meridian by making it less than  $901 \cdot 31$  ch, but it would seldom be worth while to do this.

Another distortion in the quadrilateral TMPR, is that the angle RPM is represented smaller than the real angle by the amount of the *Spherical excess* of the quadrilateral, but as this only amounts to  $24''$  in this case, the angle is not sensibly affected.

Spherical excess may be explained as follows:

The sum of the four angles of any quadrilateral if correctly measured with a theodolite would exceed  $360^\circ$  by an amount termed the spherical excess of the quadrilateral.

The spherical excess :  $360$  : : Area of quadrilateral : Area of the hemisphere, the reason being that the vertical axis of the theodolite always points towards the centre of the sphere, hence the planes on which the angles are measured (the horizontal circle of the theodolite) are never parallel in the same hemisphere.

The quadrilateral must be regarded as the base of a pyramid converging to the centre of the sphere and intersected by the mathematical surface of the sphere. The angles given by the theodolite are those included by the planes of the pyramid.

Spherical excess is only appreciable on the largest theodolites and does not enter into traverse computations.

For mapping purposes a country must be divided up into sections, the map of which would cover an ordinary sheet of drawing paper. If the map to be on the scale of 2 inches to a mile say  $1/30,000$  a convenient size would be  $1/24^{\text{th}}$  of a square degree or a spherical quadrilateral similar to APRB bounded by two meridians  $10'$  in length and two parallels  $15'$  in length each.

These sheets are often each projected on their central meridians after which the triangulation points are plotted by their spherical coordinates of lat<sup>e</sup> and long<sup>e</sup> which system is very useful when the sheets have to be sent to the field for plane table work, a large number of sheets will not however fit together and when the map has to be compiled from large scale village or parish plans, based on traverse, another procedure has to be adopted.

The traverses of the survey lines having been recorrected to fit in with the coordinates of the points fixed by astronomy, the rectangular coordinates of the sheet corners are calculated as shewn above.

Hence tabular log for $31^{\circ} 31' 22''$	— 0.109595	
log 3043	— 3.483302	
log P M	<u>3.592897</u>	PM = 3913.49 chains
	<u>2</u>	
log P M'	<u>7.185791</u>	
Log Tan lat ( $31^{\circ} 31' 22''$ )	<u>1.787707</u>	
log 0000160883	<u>6.206510</u>	constant
log M S	<u>1.180011</u>	M S = 15.13 chains.

By Puissant's spheroidal formula  $M S = 15.10$  chains whence it will be seen that the distortion introduced by my method is of no importance.

To find O M ( $5482''$ ) in chains we find the mid-latitude between O and M that is  $30^{\circ} 45' 41''$ ; interpolating between  $30^{\circ} 30'$  and  $31^{\circ}$  we find that the log number of chains per second at lat  $30^{\circ} 45' 41''$  is.

Tabular Log	0.176 781	
Log 5482"	<u>3.738 939</u>	
Log O M	3.915 720	OM = 8236.07 chains
		<u>MS = 15.13</u> »
Adding		SO = 8251.20 »
Also sensibly	P S =	PM = 3907.87 »

We have thus obtained the coordinates required.

As previously mentioned the above system of projection causes a lengthening of all meridians other than the central meridian, it is now necessary to examine the amount of this distortion, which will be a maximum at  $3^{\circ}$  distant from the central meridian in a map of the Nile valley. Suppose P and R fig. 8. to be points  $3^{\circ}$  of longitude distant from the central meridian N S, the lat of R to be  $29^{\circ} 50' N$  and that of P  $30^{\circ} N$ . Draw R N perpendicular to N S and P V perpendicular to R N. The distortion = P R — M T then P V = M T + M S — T N and angle R P V is the convergency of the meridians P R and M T at parallel R T.

$$P R = P V \div \cos R P V.$$

Calculating M S and T N as above we find that  $M S - T N = 0.62$  chains M T = 901.31 ch, so that P V = 901.93 ch R P V =  $1^{\circ} 26' 24''$ , hence P V = 902.24 ch and the distortion is 0.93 ch in 10'. This quantity is negligible except on a large scale map, and on a small scale one is less than the errors introduced in printing the map, in any case some distortion is inevitable, any other system would introduce far greater distortions.

As the system is quite conventional, it would be allowable to throw part of

The convergencies in the table are calculated on the assumption that the Earth is a spheroid, but if it be assumed to be a sphere there is no sensible difference in the convergency, which may be calculated as follows:—

In figure 8 a perpendicular let fall on the base PM from the apex R of the isosceles triangle PRM bisects PM and angle PRM, which is the angle of convergency of meridian PR with the central meridian at the latitude of P.

Since for a few degrees of longitude the arc PM is sensibly of the same length as its chord, this angle will be the same for the map as for the sphere.

$$\begin{aligned}\sin \frac{1}{2} \text{PRM} &= \frac{1}{2} \text{PM} \div \text{MR} \\ &= \frac{1}{2} \text{PM} \div \text{Radius of sphere} \times \tan \text{Colat of M} \\ &= \text{PM} \times \tan \text{Lat of M} \div 2 \times \text{Radius of sphere}\end{aligned}$$

The latter term is constant and its reciprocal is .00000160883.

Hence  $\sin \frac{1}{2} \text{PRM} = \text{PM} \times \tan \text{Lat at M} \times .00000160883$  (2)  
whence the convergency may be found.

It is now necessary to find the distance MS which is termed the *Versin* of the arc PM. Draw PS perpendicular to NS (fig 8)

When in the isosceles triangle PRM we have:—

$$\text{Angle SMP} = \frac{1}{2} (180^\circ - \text{PRM}) = 90^\circ - \frac{1}{2} \text{PRM}$$

And in the right angled triangle PSM,

$$\text{SPM} + \text{PMS} = 90^\circ$$

$$\text{Therefore SPM} = 90^\circ - \text{SMP}$$

$$= 90^\circ - 90^\circ + \frac{1}{2} \text{PRM}$$

$$= \frac{1}{2} \text{PRM}$$

$$\text{Now MS} = \text{PM} \sin \text{SPM} = \text{PM} \sin \frac{1}{2} \text{PRM}$$

$$\text{Substituting from (2) MS} = \text{PM} \times \tan \text{Lat at M} \times .00000160883 \quad (3)$$

Also PS = PM Cos  $\frac{1}{2}$  PRM that is for short distances we may assume PS = PM.

The coordinates of point P are PS and MS  $\pm$  difference of latitude between M and the origin in chains.

The sign — is used when M is to the South of the origin.

*Example.* Suppose the central meridian for the map of Egypt is  $31^\circ$  E of Greenwich, and the origin at  $30^\circ$  N. It is required to calculate the rectangular coordinates of Damietta light-house from its Lat  $31^\circ 31' 32''$  N and its Long  $31^\circ 50' 43''$  E

In this case OM =  $1^\circ 31' 22''$  ( $5482''$ ), PM =  $50' 43''$  ( $3043''$ ). To find PM we have in table 7 for lat  $31^\circ 30'$  the log of length of a second of longitude is 0.109701 therefore for  $31^\circ 31' 22''$  we must subtract from this  $1/30$  of  $1.22'' \times 2334$  (difference) —  $82 \div 1800 \times 2334 = 106$ .



The radius of the equator will be infinite, it will therefore be represented by a straight line, to which the other parallels become increasingly concave according to their distance from the equator a glance at fig 8 will shew that the meridional distances P R, A B, between the two arcs P M and R T, and at points distant from the central meridian are greater than the distance S T at the central meridian; but S T is by construction the true length of the meridional distance between P S and R T.

It will be seen therefore that by the use of this system, the lengths of all meridians except the central meridian are exaggerated, and the greater the distance from the central meridian the greater the exaggeration.

No point on a map of the Nile valley would be distant longitudinally more than  $3^{\circ}$  from the central meridian, and as will hereafter be shewn the distortion at this distance is of no importance. By this system we could map a narrow meridional strip of the world from pole to pole without sensible distortion.

In the first mentioned system (correct longitudinally) the parallels are concentric arcs described on one cone with the apex of the cone as centre. the distance from the central parallel (where the cone touches the sphere) being the same on cone and sphere, the meridians may be represented by straight lines radiating from the apex of the cone, in which case the distance cut off on the parallels by any two of these meridians can only be correct on one parallel, if on the other hand the true distances are laid off along the parallels, the meridians and parallels will not cross at right angles except at the central meridian.

This system has however the advantage of keeping the meridians and parallels of true length throughout, it is used for the French Government maps.

One of the great advantages of the projection shewn in fig 8 is that the meridians and parallels cross at right angles, and the angle of inclination (or convergency) of every meridian to the central meridian is ~~the same~~ throughout the map; ~~this~~ is very important in a survey by traverse which mainly depends on the inclination of each survey line to the central meridian being correct. The rate of *convergency* of any two meridians increases from the equator towards the poles and is never the same at any two latitudes; as before mentioned this angle of convergency is used in conjunction with observed azimuths as a check on traverse work.

The convergency per 100 chains of departure from the central meridian will be found in table 7 for each degree of latitude between  $2^{\circ}$  and  $32^{\circ}$ . To find the convergency on any of these parallels multiply the tabular angle by the number of 100 chains in the departure. The convergency for any latitude not given such as  $20^{\circ} 57'$  may be found by interpolating between  $20^{\circ}$  and  $21^{\circ}$ .

When the system of projection is artificial, the problem is to select some conventional system of drawing the meridians and parallels which will reduce the distortion to a minimum, or else, which will cause the distortion to be of such a character as will interfere as little as possible with the purpose for which the map is intended. Such a system is that of *conical development* very much used for the maps of countries and continents.

In figs 5 and 6 draw P R, M R, Q R, tangents to the meridians at points P, M and Q respectively, these tangents will meet at R on the axis of rotation, and will lie on the surface of a cone which envelops the sphere touching it along the parallel P M Q, the axis of the cone being the axis of rotation of the sphere. It is manifest that, in the neighbourhood of the parallel P Q, the surface of the cone coincides so nearly with that of the sphere that any points such as S, O and T on the sphere could be traced off onto the cone so that their relative positions would be the same on both surfaces, the cone could then be cut through along its slant height and opened out to form a map. In this way a map of any narrow belt round the world could be drawn without distortion, if the belt is in a longitudinal direction. The Nile valley is about 30° long on the meridian by about 6° of longitude, therefore the above projection would not be suitable, because there would be great distortion in the part of the map distant from the parallel where the cone is assumed to touch the sphere, which would be the central parallel of the map. It would be better in this case to project every parallel on a *different cone* touching the sphere on this parallel, each cone can now be cut through along that line of slant height which is 180° of longitude distant from the central meridian of the map under construction; when the cone is opened out to form a flat surface all points which once lay on a parallel such as P M Q (fig 5) will now lie on the circular arc P M Q (fig 8) whose radius is R M the slant height of the cone.

Now  $R M = M C \sin M C R$  (fig. 6).

$$= \text{Radius of sphere Tan colat of } M \dots \dots \dots (1)$$

A map on a very small scale can be constructed by drawing a line S N, fig. 8, to represent the central meridian, and circular arcs with radii calculated as above to represent parallels — The distance apart M T of any two parallels P M and R T is the true length of the meridional arc T M, which may be found from table 7, and the centres of all these arcs lie on line S N. The true lengths of degrees of longitude such as S A, T B can be laid off along the circular arc

stations, that is by a modification of the formulae set forth by Puissant in his *Traité de Géodésie*, it is.

$MS = \frac{1}{2} PM \times \text{Normal at } P \times \sin 2 \text{ Latitude at } P \times \sin 1'' \div \text{Radius of curvature at } P.$

Computations made with formulae of this class are however very laborious as they involve the calculation of the Normal and radius of curvature of the meridian, I have however devised a formula for the calculation of arc  $MS$ , which while giving sensibly the same results as the above is of the simplest character it is  $MS = PM \times \tan \text{LAT at } M \text{ (or } P) \times \text{CONSTANT}$  (whose LOG is  $\bar{6}.206510$ ), also by its use a system of projection is arrived at, very suitable for a map of the Nile valley, As it is impossible neglect the curvature of the Earth in such a map as is done in village and Parish plans some such projection is necessary.

Since the surface of the Earth cannot be opened out into plane like the surfaces of cylinders and cones we must represent it, either on the principles of true perspective, or by some artificial system, in either case some distortion must be introduced in areas, lengths or angles. To construct a map we must first draw *two sets of lines*, one set to represent meridians and the other to represent parallels, after which the topographical details of the map, can easily be filled in.

*The perspective system* is chiefly used for drawing the familiar map of the world in two hemispheres, in this case there is great distortion at the edges.

Another well known projection for the map of the world is *Mercator's*, where meridians and parallels are perpendicular to each other, and are all straight lines. Suppose a paper cylinder to be wrapped round a transparent globe touching it at the equator, and the meridians and parallels to be marked on this globe with black lines, then if the shadow of these lines be thrown on the cylinder by a light at the centre of the globe, and lines be drawn along the shadows, these lines will form the meridians and parallels of Mercator's projection.

A glance at fig. 7 will shew that the distance apart of the parallels of latitude is small near the equator and infinite at the poles, the <sup>areas</sup> ~~areas~~ in the polar regions are greatly exaggerated, so that Greenland appears to be larger than South America. The great advantage of this system is, that, a curve drawn on the sphere cutting all meridians at the same angle, is projected as a straight line, so that navigators wishing to sail from one point to another, can find the required bearing, by joining the two points on the chart, and measuring the inclination of the line to the meridian. This was the purpose for which the the projection was designed, unfortunately it is also used to instruct children in geography, giving them very erroneous ideas of the relative sizes of Countries



It is now necessary to prove  $S P$  shorter than  $M P$  and that  $S P$  is the shortest distance between  $P$  and  $N S$ , that is that  $S P$  is a geodesic line (the shortest curve on a surface) but as the surface of Earth is of the second order or a quadric surface, its geodesic lines are represented by very complicated equations, to avoid which I substitute the following simple explanation.

Let  $Q$  be a point on the same latitude as  $P$ , but on the other side of  $N S$  and at such a distance that  $P M = Q M$ .

Then  $P$  and  $Q$  are joined by two circular arcs  $P M Q$  and  $P S Q$ . Now the radius of the parallel  $P M Q$  is  $M T$  (fig 6), a line perpendicular to the axis of rotation of the sphere, while the radius of  $P S Q$  is  $S C$  the radius of the sphere and since  $S C$  must be greater than  $M T$ , the arc  $P S Q$  must be flatter, that is shorter, than the arc  $P M Q$ , and as no arc on a sphere can have a longer radius than that of the sphere it is evident that arcs of great circles are the shortest arcs that can be drawn on a sphere, therefore  $P S Q$  is the shortest arc on the sphere joining  $P$  and  $Q$  and therefore the half arc  $P S$  is the shortest distance between  $P$  and the meridian  $N S$ . It should be now clear that  $P S$  and not  $P M$  is the perpendicular coordinate of  $P$ .

The fact of the shortest distance between two points on the Earth's surface being an arc of a great circle, is used by some navigators in what is termed great circle sailing; the course of the vessel is laid so as to keep as nearly as possible on the great circle joining the starting point to the point to be reached, unless such a course would lead into the polar seas or other parts difficult of navigation. A vessel steaming on a great circle is always making direct for her port, and crosses all meridians at different angles, while if she steams always in the same cardinal direction she crosses all meridians at the same angle, but never makes direct for port until it is in sight.

If a string is stretched between two points on a globe in such a manner as to make the length of the string as short as possible, the string will be found to lie on the arc of a great circle of the globe, by this method the course a ship must sail on the great circle joining the points may be observed and marked off on the chart, where it will form a curve.

The Czar of Russia when asked what course the St Petersburg and Moscow Railway should follow took a ruler and joined the two towns on the map by a straight line, remarking that the shortest road was the best, to be correct he should however have marked out a great circle; with the exception of the equator and meridians, great circles do not project as straight lines on maps on any ordinary projection. The arc  $M S$  can be determined by a system analogous to that used in the calculation of the latitudes and longitudes of trigonometrical

Geodetic operations, where triangles are taken to be spherical and not spheroidal, the difference being that in the first case the normals at the angles of the triangle meet at the centre of the sphere, while in the later they meet the minor axis of the spheroid at three different points; but the solutions of spheroidal triangles are very laborious, while spherical triangles can be conveniently solved by Legendre's theorem, that is one third of the spherical excess is deducted from each angle, and with these diminished angles the sides are computed by plane trigonometry.

Let the circle  $E N W S$  (fig 5) represent the sphere,  $N S$  and  $O$  the meridian and origin of survey and  $P$  any survey point whose latitude and longitude have been determined astronomically as a check on traverse work. Let  $P M$  be the parallel of latitude of  $P$ , say  $30^\circ N$ , and suppose the line of collimation of a theodolite set up at  $M$  to lie in the plane of the meridian  $N S$ , and then the upper plate to be turned through  $90^\circ$  of horizontal arc, the result will be that the line of collimation will now lie in the plane of the great circle at right angles to  $N S$  and, inclined to the equator at an angle of  $30^\circ$ .  $N E S$  fig 6 represents a section of the sphere by the plane of the meridian  $N S$ ,  $M C B$  the diameter of the sphere terminating at  $M$  is the trace of the above mentioned great circle, and the direction of the vertical axis of the theodolite. Let  $E M W$  fig 5 represent the line in which this great circle cuts the sphere  $E$  and  $W$  being two points on the equator  $90^\circ$  of longitude East and West of the meridian  $N S$  respectively.

A little consideration will shew that the *great circle*  $E M W$  must pass to the south of the parallel  $P M Q$  if  $M$  is in the northern hemisphere, and to the North of  $P M Q$  if  $M$  is in the Southern hemisphere, therefore it cannot pass through  $P$ . Let  $E S V$  be another great circle whose plane is perpendicular to the plane of the meridian  $N S$ , and which passes through  $E$ ,  $W$  and  $P$ , this great circle will be inclined to the equator at an angle  $S C E$  fig 6 which is greater than  $30^\circ$ . If the theodolite be set up at  $S$  as at  $M$  and the upper plate be turned through  $90^\circ$  the line of collimation will point towards  $P$ , therefore  $S P$  is perpendicular to  $N S$ .

The arc  $P S$  is the perpendicular spherical coordinate of  $P$  and the arc  $O S$  is the meridional coordinate, on the assumption that the earth's surface is a plane, the coordinates would have been  $O M$  and  $M P$  the error being the arc  $M S$  (the method of obtaining which will be shewn later on), it must also be noticed that as both  $M P$  and  $S P$  are perpendicular to  $N S$ , by the rules of plane geometry they should therefore be parallels whilst here they meet at  $P$ , the fact being that, while in plane geometry, the elementary figures are the point and the line, in solid geometry they are point the line and the plane.

a surface of reference for geographical purposes it is customary to assume a *spheroidal surface*, which seems to agree almost exactly with mean sea level. This surface is assumed to pass without interruption under the land and we may suppose the meridians and parallels to be traced in it, the former being the lines in which the surface is intersected by planes through the axis of rotation, and the latter the lines in which the surface is intersected by planes perpendicular to the meridional planes, and parallel to the equator. To exactly define a point in space it is evidently necessary to know not only its Latitude and Longitude but also its altitude above the plane of reference i. e. mean sea level; this latter quantity although of no importance in the class of survey under consideration must, be taken into account in a first class triangulation and the length of the base line must be reduced to sea level; the lengths of the arcs in the table are those which would be measured at sea level.

An arc of the generating ellipse of the ellipsoid is evidently a meridional arc, and from the above mentioned lengths of the axes we can calculate the normal and radius of curvature of this ellipse at any point on it, from the ordinary geometry of the ellipse. The length of an arc of  $N$  seconds measured on the ellipse is

$N \times \sin 1'' \times \text{Radius of curvature at central point of arc.}$  This formula is the first term of a series of which the subsequent terms are negligible.

Since the ellipsoid is a surface of revolution the parallels of latitude evidently form circles, and the radius of a parallel at any latitude is.

Normal to the ellipse at that latitude  $\times \sin$  colatitude. Because the radius is the perpendicular of a right angled triangle of which the normal is the hypotencus, the angle opposite the radius being the colatitude.

The length of any arc of a circle of known radius can evidently be determined by the rules of plane geometry.

With the help of these tables we can calculate *the rectangular coordinates of any point, whose latitude and longitude are known*, with reference to the central meridian and origin of survey. Were we still to assume the surface of the earth a plane, it would ~~it would~~ be only necessary to multiply the difference of latitude and longitude between the origin and point in seconds by the corresponding number of chains in a second (for these arcs), in order to get the rectangular plane coordinates of the point, but in an extended survey such a procedure would introduce an error in the meridional coordinate.

Having obtained the length of arcs of latitude and longitude we may without sensible error assume the Earth to be a *perfect sphere*, as is the custom in



more correctly by the additions of perpendicular traverses.

Before proceeding further it is necessary to consider the *relations of rectangular coordinates to the terrestrial spheroid*.

Table 7 shewes the lograthims of the number of chains in arcs of 1" measured on the meridians and parallels; these are arrived at from the following considerations. The *figure of the Earth* has been calculated from arcs measured on its surface by geodetic operations and has been found to be approximately an oblate spheroid, the surface being that formed by the revolution of an ellipse round its minor axis, which in the case of the earth is the axis of diurnal rotation.

The major axis has been computed to be 311147.1 chains and the minor axis 310112.9 chains.

Newton demonstrated that the diurnal rotation of the Earth in a fluid state would cause this polar flattening, he even calculated the amount of the ellipsticity; it has however been lately demonstrated that the Earth's equatorial circumference is not a circle but an ellipse with major axis terminating an  $8^{\circ} 15'$  W of Greenwich and about three kilometres longer than the minor equatorial axis. This indicates that the Earth is an ellipsoid (a surface generated by an ellipse moving parallel to itself along two ellipses as directrices), but more longitudinal arcs are necessary to confirm the figure of the equator, and it seems doubtful whether the curvature of the polar regions is correctly known.

The enormous amount of heat energy contained by the Earth before it's surface cooled would have been sufficient to generate forces which might have caused the ellipsticity of the Equator. There is a theory that the axis of rotation has shifted, which would if true account for a great deal, (the only "raison d'être" of this theory is that sub-tropical flora and fauna~~e~~ have been found in the geological strata of Arctic regions), but it would have taken an incredible amount of force to overcome the centrifugal force of the Equatorial bulges. The above theoretical movement of the axis is a movement with relation to the Earth itself and is not to be confounded with the change of inclination of the axis to the Earth's orbit, which is a result of the attraction of the heavenly bodies on the equatorial bulges.

What ever may be the exact mathematical figure of the surface of the Ocean, successive crust moovements have thrown up huge mountain masses on land, which concern geodesy more than any slight equatorial ellipsticity, hence a

the error - 3' of the polygon E G H F, then a correction of - 3' must be applied to the angles of polygon M E F N which lie between E and F. This correction partly cancels the + 4' error in the latter polygon the remaining - 1' correction necessary being applied to another part.

In this manner the errors of the interior polygons are cancelled out and the bearing of every line can be deduced.

From the bearings and lengths of the lines the traverses can be taken out, no attempt being made to harmonise the lines and angles, corrections are applied to close each polygon in such a manner as to disturb the angles as little as possible, and so that the total distance between points such as E and F is as nearly as possible the same in both the adjoining polygons, or in any case the difference should not be appreciable on the scale to which the polygons are plotted. All the polygons in the main-circuit can now be plotted and given out for detail work, so that it is not necessary to complete the traverse of a province before the detail work is commenced.

When the frame work of a survey is based on triangulation a long time must elapse between the commencement of the triangulation and detail work which gives the traverse system a great advantage, when it is necessary to finish the survey quickly.

When the detail work of a large tract of country is finished the formation of a general map can be commenced; the first step is to observe the lat and long of some of the traverse points, the rectangular spherical coordinates of these points are calculated by a method which will be explained later on, and the traverses of all survey lines situated between these points are recorrected, to fit in with the coordinates of the points, the distance apart of which must depend on the relative correctness of the traverse and astronomical work.

It must be remembered that whereas the correctness of traverse work may be judged from the closing error of the polygons, astronomical observations are always liable to unknown errors due principally to irregular refraction, and *local attractions*, which attract the plumb-bob out of the normal to the meridian at the point of observation. The inclination of the plumb bob to the normal would usually be not more than 5" but in some cases reaches 15", and at the foot of the Himalayas 30". The inclination may be very considerable in a great plane, and seems to depend on the mass of the underlying strata. In a map like that of the Nile valley latitudes should be taken more frequently than longitudes, because the chance of error is so much less with the former than the latter, which for short distances can be obtained

unplottable, and is limited by the major triangle, calculated by lograthtms.

In an extensive survey consisting of a large number of traverse polygons with a common meridian and origin of survey, it is evident that the angular corrections must be so applied, that any line common to two polygons is recorded as having the same bearing, or inclination to the meridian of survey, in both polygons.

This is usually accomplished by the following system: a *main-circuit* A B C D fig. 4 is formed containing several ordinary polygons, the azimuths of traverse lines at points such as A, B, C and D about 10 miles apart are determined astronomically.

Now the meridian at any point of the survey is inclined to the central meridian of survey at an angle, (the method of determination of which will be given later on), this angle must be added to or subtracted from the astronomical azimuth of any survey line in order to determine its bearing with the central meridian, it should be added when the point of observation is to the west of the central meridian and subtracted if to the East. Starting with the bearing of the line at A, the bearings of the lines of the circuit between A and B are deduced from inward angles, and if the bearing of the line at B determined astronomically does not agree with the deduced bearing, the inward angles between A and B must be corrected until the two bearings do agree, of course if the error is greater than may reasonably be expected to accumulate in the observation of a large number of angles, some gross error has been made in recording the angles, the locality of this error will be indicated by summing the angles of the interior polygons. The angles from B to C, C to D and D to A are similarly corrected, the angles of the main circuit A B C D will now satisfy all the geometrical tests which can be applied, and the bearings of the lines of the internal polygons can be deduced. The angles of these polygons are added up, any angle corrected in the polygon A B C D still keeping its correction, if an error is found in any polygon it is written in a circle in the centre of the polygon in the sketch plan fig. 4.

Now the interior angle of one polygon =  $360^\circ$  — the interior angle at the same point in the neighbouring polygon, hence a  $+$  error in one polygon must cause a corresponding — error in the neighbouring polygon, and therefore the total of the  $+$  errors of the polygons inside a corrected main circuit must equal the total of the minus errors, other-wise some arithmetical error has been made.

This latter test having been complied with the errors in the polygon must be distributed as shewn in fig. 4. Thus suppose it is decided to add a correction of  $+$   $3'$  to the angles to the south of the lines between E and F, in order to cancel



This table is very important where the slide rule is used for checking traverses.

I will now give a practical example of the solution of a spherical triangles by the slide rule. Suppose we wish to find the azimuth of the Sun's centre from his altitude  $A$ , declination  $D$ , and latitude of the station of observation  $L$ . Now the azimuth is the angle opposite the side  $(90^\circ - D)$  of a spherical triangle whose other sides are  $(90^\circ - A)$  and  $(90^\circ - L)$ ; from the ordinary formula which gives the Cosine of any angle of a spherical triangle whose sides are known, we can prove that the azimuth is  $90^\circ + S$ ,  $S$  being an angle such that.

$$\sin S = (T - 1) \sin A \div \cot L \sin (90^\circ - A)$$

where  $T = \sin D \div \sin L \sin A$ .

The azimuth  $= 90^\circ + S$  when  $T - 1$  is negative and  $90^\circ - S$  when  $T - 1$  is positive, Also when the sun's declination is North (from march 21 - to Sept 22) the sign of  $T$  is  $+$ , and when South the sign of  $T$  is  $-$ . —

Suppose  $A = 51^\circ 23' 10''$ ,  $D 19^\circ 53' 32''$  N,  $L 30^\circ 52' N$ .

Calling the angle pointer  $M$ . and the pointer carried by the inner cylinder  $N$ .

(1) Set  $M$  to  $30^\circ 52'$ ,  $N$  to 1 and turn outer cylinder till  $M$  points to  $19^\circ 53' 32''$

we then read off at  $N$  a number. 66315.

(2) Set  $M$  to  $51^\circ 23' 10''$ ,  $N$  to 66315, turn outer cylinder till  $M$  points to  $90^\circ$  and read off at  $N$  a number 84875  $= T$  which is  $+$  since the Sun's declination is North.

$T - 1 = - 15125$ .

(3) Set  $M$  to  $90^\circ$ ,  $N$  to  $\cot 30^\circ 52'$  turn outer cylinder till  $M$  points to  $(90^\circ - 51^\circ 23' 10'') 38^\circ 56' 50''$  and read off a number 1.04425 at  $N$ .  $\cot 30^\circ 52'$  may be found from a table of natural cotangents or be calculated by the slide rule.

(4) Set  $M$  to  $51^\circ 23' 10''$ ,  $N$  to 1.04425, turn outer cylinder till  $N$  points to 15125. and read off the angle  $S = 6^\circ 29' 50''$  at  $M$ .

Since  $T - 1$  is negative the azimuth  $= 90^\circ + S = 96^\circ 29' 50''$

The azimuth worked by Lograthims by another formula comes to  $96^\circ 29' 55''$ , the slide rule should only be used either as a check on logarithmic work, or when, (as is often the case), the observations are only intended to give the azimuth to the nearest minute, in which case it saves an enormous amount of time and labour, when several such calculations have to be made. I have also found it very useful in solving triangles of side about 1 kilometre, made to split up major triangles of about 4 kilos side, any error in the centimetres is quite

equal the axial traverses of the lines along which we proceed in a southerly direction and the perpendicular traverses along which we proceed in an Easterly direction equal the perpendicular traverses along which we proceed in a westerly direction. if there is a slight difference between the sums of these quantities a correction is applied to make them equal, and then the coordinates are calculated.

In practice the interior angles of the polygon are measured, whence the bearing of any one line being known, the bearings of the other lines may easily be deduced. The correctness of the angular work may be tested by the proof that the Sum of the interior angles should equal twice as many right angles as the figure has sides —  $360^\circ$ , if there is a slight error in the sum of the angles it can be distributed. The method of tabulating traverse observations and calculations is given in Boileau's traverse tables; these tables save the use of lograthims in calculating the traverses from the bearings and distances, this could be done Graphically.

I have found the *Slide-rule* of great use in checking traverse calculations as well as in Solving plane and Spherical triangles — I adopted Prof<sup>r</sup> Fuller's cylindrical Slide-rule to this Sort of work by marking the Sines of angles from  $5^\circ 45'$  to  $90^\circ$  in the outer cylinder in red ink; Prof<sup>r</sup> Fuller having been communicated with, has had special slide rules made by Stanley of London for this sort of work, the line of sines being engraved on the inner cylinder to avoid confusion.

The principle of the slide rule is not understood by many people, it is however only a mechanical method of adding or subtracting lograthims; thus, on any scale of equal parts AB fig 3, mark off the logs of numbers eg. — Log 1 = 0 Log 2 = .30103 Log 9 = .954243 then it will be found that the distance from 0 to 2 + the distance from 0 to 4 = distance from 0 to 8 or  $2 \times 4 = 8$  — Similarly division is performed by subtracting distances.

In prof<sup>r</sup> Fuller's slide rule the scale is coiled round a cylinder in the form of a Spiral thus giving it great length, and the results obtained from it are more than correct enough for calculations based on lines measured with the chain.

Directions for solving plane triangles with this special slide rule are given in English with the rule, but nothing is said about angles less than  $5^\circ 45'$  whose sines are not marked on the rule — To get over this difficulty I have computed the table on page 16 in which angles whose sines are numerically equivalent to the sines of the missing angles are given, hence these angles may be substituted for the missing angles.

work over the country, especially so when these small triangles are freed from error by being joined to either a network or series of geodetic triangles, or better still to a network or series of secondary triangles of size intermediate between the geodetic and small triangles. Such a system of triangulation is however very expensive and takes a long time to make, In the system I am about to describe the framework of the survey consists of a network of traverse polygons, split up by sub-traverses (as shewn in fig. 1) in such a manner that no chain line for detail work need be longer than 40 chains in length, hence any error accumulated in detail chaining is confined within narrow limits. In countries where first class chain-men are not procurable the amount of error accumulated in chaining the side of a tertiary triangle would often be so large that rechainning would be necessary to ensure that no gross error had been committed.

As Gale's traverse system has been described in various survey books, it is only necessary to give the following brief description.

Let  $O A B C D$  fig. 2 represent a polygonal piece of ground which it is desired to survey. Let  $NS$  be any line passing through  $O$ , then by measuring the offsets  $a A$ ,  $b B$ ,  $c C$  and  $d D$  we could plot the polygon, but when the distances are great this procedure may become inconvenient or impossible on account of obstacles to the sight, but by Gale's system the distances and offsets are obtained by calculation; suppose  $NS$  to be the magnetic meridian, take the bearing  $NOA$  and measure  $OA$ , then the distances  $Oa$  and the offset or perpendicular  $aA$  can be calculated from the right angled triangle  $OaA$ . Suppose the piece of ground under survey to be so small that the magnetic variation is inappreciable and the magnetic meridian  $An$  at  $A$  is parallel to  $NS$ , then the distance  $AB$  and the bearing  $nAB$  having been measured the distance  $An$  and the perpendicular  $nB$  can be calculated, from the right angled triangle  $AnB$ , then from the distance  $Oa + An$  and the perpendicular  $bB$  ( $aA + nB$ ) the point  $B$  can be plotted;  $NS$  is termed the meridional axis of the survey and the distances  $nA$  and  $nB$  are termed the traverses of  $AB$  in this simple manner the rectangular coordinates of any point can be calculated with reference to the origin  $O$  and the axis  $NS$ . Any error in the work will be shewn by the coordinates of point  $O$  as calculated from the line  $DO$  differing from zero, in practice however the test is applied as follows, the traverse  $Oa + aA + bB$  should equal  $cC + dD$  and the traverses  $aA + nB + dD$  should equal  $cC + nC$ , that is proceeding round the polygon in the direction  $O A B C D$  the axial traverses of lines along which we proceed in a northerly direction



ministrative unit of a province, the boundaries of each village must be determined in any general survey of the country. Having had experience of Triangulation with theodolite, chain and planetable, I have no hesitation in saying that for a flat cultivated country especially when covered with obstacles to the view traverse is by far the cheapest system that can be adopted, because the surveyor need not make a reconnaissance to ensure the symmetry of the triangles, and his work is limited to mechanically measuring lines and angles along a boundary; hence not only is time saved but a cheaper class of surveyor can be employed to that required for any system of triangulation. The calculations and observations of a traverse survey can be recorded in a very methodical manner, shewing at a glance the amount of error that has occurred. This is not the case in graphic planetable triangulation, where one unchecked error alters the scale in all directions and accuracy is almost entirely dependant on the skill and honesty of the surveyor, who may conceal an error to avoid a resurvey; this fact makes the system unsuitable for a national survey, where facility of check is one of the chief considerations, never-the-less I have seen an Egyptian Surveyor carry graphic triangulation over 60 sheets on a scale of 1/4000, his work agreeing for all practical purposes with a triangulation subsequently made with an 8 inch theodolite, had the surveyor not been expert the results would have been very different. A trust-worthy surveyor can however make graphic minor triangles inside major theodolite triangles, at a very cheap rate, and if he also fixes detail by intersection, the work might be cheaper than traverse work in hilly country, even for cadastral surveying; there are also occasions on which the plane table can be used with advantage in conjunction with a traverse polygon; in any case graphic triangulation is only suitable for operations of contraction and should only be used for extending triangulation for a short distance.

The parish survey of England instituted by the tithes Commissioners was carried out on a basis of chained triangles checked by tie-lines, but these tie-lines can be easily «fudged» if the triangle does not tie satisfactorily, I have even heard that in the tithes survey, some of the contractors, measured them by scale from the plot, and entered them in their field books. A survey in this system, as in the case of a survey based solely on graphic triangulation, is only suitable for small and isolated pieces of work. For a country or province nothing can surpass the accuracy of a survey where the detail is fixed by short offsets from station lines which are either the sides or split lines of small triangles, forming a net

Turning to the table on page 27 we see that in column headed 3,  $0.03 \times 4.0 = 7^{\text{sh}}$ , and  $0.0329 = 1^{\text{kir}} 9^{\text{sh}}$  in column headed 2, Hence real area of field is 11 fad.  $7^{\text{kir}} 3^{\text{sh}}$   ~~$\times 1^{\text{kir}} 16^{\text{sh}} = 11^{\text{fad}} 8^{\text{kir}} 19^{\text{sh}}$~~  or by multiplication  $= 11.366 11^{\text{fad}}$  from the table on page 24 we see that  $366^{\text{fad}} = 8^{\text{kir}} 19^{\text{sh}}$ , in some cases the above approximate method may make an error of a sahm in the area but this is of no consequence since the errors of measurement cause greater differences in area than this, also 1 sahm is a very small quantity and the messahin usually take the nearest even number of sahm as their area, or else the nearest "habba" (4 sahm).

The table on page 26 facilitates the calculations of the areas of shares of any piece of land divided up amongst claimants, the shares being expressed in twenty fourths.

Each column in the table is headed by some number of twenty fourths.

Suppose a field of  $17^{\text{fad}} 14^{\text{kirats}}$  is to be divided among several people the share of one claimant being  $7/24$ , we find in column 7 that

		FAD.	KIR.	SH.
$7/24$ of 14 KIR	=	0	4	2
do 17 FAD	=	4	23	0
do 17 FAD 14 kir.	=	5	3	2

The table on page 28 enables chains to be converted into metres and cussabas and vice-versa. This to convert 128  $20/24$  cussabas into chains, we see from the three columns on the right of page 28.

20/24 cussabas	=	0.145 chains
8 do	=	1.386 »
20 do	=	3.464 »
100 do	=	17.320 »
128 $20/24$ cussabas	=	22.315 chains

The following pages describe methods of measuring the areas of fields of various shapes, it is hoped that this will enable land holders to measure their own fields or at any rate to understand survey operations to some extent, which is for reasons mentioned above seldom the case at present.

The second part of the book deals with Gale's traverse system of survey (1) as the framework of a small isolated village survey (2) as the framework of an extensive survey such as that of a country or province. The former has been described by some Anglo-Indian survey books, but not the latter, and neither have yet been described in Arabic. — I have therefore written a full description at the request of some Egyptian survey instructors. This system is eminently suited for Egypt, because, since the lands of a village form the ad-

The metre has long been in use in Egypt as a unit for triangulation and Engineering work, unfortunately there are about 4201 square metres in a faddan and the want of any exact integral relation between the faddan and metre makes it awkward as a unit for cadastral operations, in 1895 I was asked to instruct some Egyptian Engineers in Gale's traverse system, and finding that the metre unit gave great trouble in plotting the work, I devised a 100 link chain 5.7735 cussabas in length, so that 10 square chains = 333 1/3 cussabas = 1 faddan.

Thus by multiplying the mean length of a piece of ground in links by it's mean breadth, and marking off 5 decimal places we get it's area in feddans and decimals of a faddan.

A square of side 10 chains gives an area of 10 faddans and a square of side 100 chains gives an area of 1000 faddans; these and other similar relations between the chain and the faddan greatly facilitate survey operations. On account of its being an entirely new standard the chain has only lately come into use, having been adopted by Mr Dunne for the survey departement, and is now being used by some other departements of the Egyptian government interested in land measurement. This book was written to facilitate the use of the chain and connect it with other standards of length, thus it is 20.6554 times the length of the seconds pendulum at the latitude of Cairo, and 20.4957 metres. Table 1 pages 1 to 21 are for the calculation of areas of rectangular fields from approximate measurements such as might be scaled off a map, the breadths are given to the nearest 5 links and the lengths to the nearest 10 links; suppose the dimensions of the field are 28.60 x 3.95 chains.

				FADDANS KIRATS SAHMS		
See page 15 column headed 3.95	3.95 x	0.60 =		0	5	16
See page 17 do	do	3.95 x 28.00 =		11	1	11
				<hr/>		
3.95 x (28.00 + 0.60) = Area of field			=	11	7	3
Or by multiplication						

3.95 x 28.60 = 112.97 square chains = 11.297 faddans turn to the table on page 24 and we see that .295 of faddan = 7 kirats 2 sahms and that point .299 of a faddan = 7<sup>kir</sup> 4<sup>sh</sup> hence the area of the field is 11 Fada 7<sup>kir</sup> 3<sup>sh</sup>

Suppose however that the field was again measured on the ground and it was found that the true dimensions were 3.97 x 28.63 then we must add to the above 3.97 x .03 + 28.63 x .02 or approximately. /x

$$4 \text{ chains} \times .03 + 29 \text{ chains} \times .02.$$



the work can not be plotted. The Messahin reckon areas as follows, the area of a quadrilateral as the product of the means of the opposite sides, and that of a triangle as the product of half the base and the mean length of the approximately equal sides.

To fix ideas suppose one of the quadrilaterals to be a perfect parallelogram, then by this system of mensuration the area is greater than the real area in the same proportion as 1. (Sin 90°) is greater than the Sine of the acute angle of the figure. Again taking the case of a perfectly isosceles triangle the fictitious area is greater than the real area in the same proportion as 1 is greater than the Sine of the equal angles at the base of the triangle.

Taking the case of a right angled triangle with Sides 3, 4 and 5 units of length respectively, then the real area is  $\frac{1}{2} \times 3 \times 4 = 6$  units of area, but according to the fictitious system it is either  $3/2 \times 1/2 (4 \times 5) = 6.75$  or  $4/2 \times 1/2 (5 \times 3) = 8$  — The latter is an extreme case scarcely to be met with in practice. A skillful messah keeps his angles approximately right angles, judging by eye, except for angles at the apex of the triangles, which are of course as acute as possible, hence he obtains results good enough for all practical purposes, especially in small fields. Still it is evident that where this system is used it would be possible to give false measure, (calculations and linear measurements being correct) simply by using acute angles.

The linear measurements are made with a rod called a "*cussaba*", which is divided into 24 equal parts or "*kirats*" — The fractions  $1/24$ ,  $1/12$ ,  $1/6$ ,  $5/24$ ,  $1/4$ ,  $1/3$ , and  $1/2$  of a cussaba have names and are expressed in writing by special signs, any other fractions of a cussaba, have to be expressed by combinations of the above, thus 13 kirats would be expressed as  $1/4$  and  $1/8$  —

The coptic unit of area is the *faddan* which seems to have originated from the area which a plough could work in a day, it is 1.05 English acre and 1.04 old French arpents, which were fixed from similar considerations, it is divided into twenty four parts or "*kirats*" and each kirat into 24 subdivision or "*Sahms*" and there are 333  $1/3$  square cussabas in a faddan.

The arithmetical work, necessary to obtain the area of a field under the coptic system, is too complicated to be comprehended by the Mahomedan peasants, and in former times even if they knew that they were not getting justice in a land dispute, they found it cheaper to bribe the messah, than the appeal to a higher authority — The messahin therefore had often in effect judicial powers, which could be conveniently used to oppress and extort money from the predominant race.

## ENGLISH INTRODUCTION



It is hoped that this introduction will enable ~~anyone~~, acquainted with the English language and Arabic numerals, to use the tables in this book with facility. The art of surveying seems to have first been practiced in Egypt, maps on wood and papyrus having been made in the time of Ramesses II, also the first attempt at measuring an arc, for the determination of the figure of the Earth, was made by Eratosthenes, it extended from Alexandria to Syrene in upper Egypt. Owing to the annual inundation, Cadastral surveys must have taken place in Egypt, soon after the dawn of civilisation, in order to determine boundaries obliterated by the flood.

The Arab conquerors of Egypt, although well versed in Geometry, seem to have left land surveying to the Native Copts, in whose hands the art made no progress.

These Coptic surveyors, or *Messahin*, seem to have formed a sort of guild, similar to the old freemasons, and by adopting both a notation and an erroneous system of Geometry of their own, they kept the general public from understanding their operations. This was especially the case in the method by which they drew up title-deeds, many of which though quite comprehensible to one of themselves, were ambiguous to their fellow countrymen, how much more then for a European judge in the tribunals. The oldest land records were even written in Coptic. By drawing up titled deeds, which left the boundaries of the land concerned doubtful they insured great importance both to themselves and their posterity.

The *Messahin* produce no maps, but confine themselves to measuring separate fields which for purposes of survey they divide into quadrilaterals whose opposite sides are approximately equal, filling in corners with triangles approximately isosceles. As neither the angles nor the diagonals of these quadrilaterals are measured





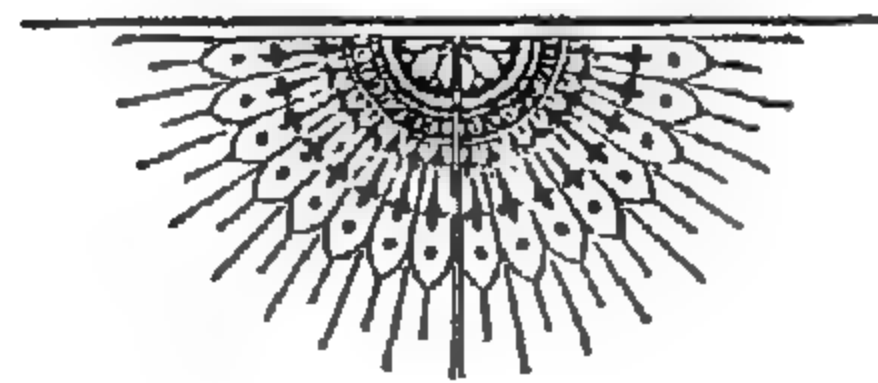
TO  
His Highness ABBAS HELMI II.

KHEDIVE OF EGYPT

A RULER WHO HAS AT HEART THE PROGRESS OF HIS PEOPLE

THESE PAGES

ARE BY PERMISSION RESPECTFULLY INSCRIBED





# A MANUEL /A

OR

## LAND SURVEYING FOR EGYPT

/a Detailing the mensuration of fields with the new Faddan chain, also Gale's traverse system, the application of the slide rule to the solution of plane and spherical Triangles, and a simple system for the formation of a general map applicable to Egypt and the Soudan.

WITH NUMEROUS TABLES AND DIAGRAMS

BY

**M. VILLIERS - STUART A.M.I.C.E.**

ALL RIGHTS RESERVED



CAIRO  
PRINTED BY A. COSTAGLIOLA  
1897







ESEN-CPS-BK-0000000608-ESE

**436103**



